

## Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario

Escobal, Javier (Ed.); Fort, Ricardo (Ed.); Zegarra, Eduardo (Ed.)

Postprint / Postprint

Sammelwerk / collection

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Escobal, J., Fort, R., & Zegarra, E. (Eds.). (2015). *Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario*. Lima: GRADE Group for the Analysis of Development. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-51438-9>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>

### Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC Licence (Attribution-NonCommercial). For more information see:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>

# AGRICULTURA PERUANA:

## NUEVAS MIRADAS DESDE EL CENSO AGROPECUARIO

Javier Escobal  
Ricardo Fort  
Eduardo Zegarra  
Editores

**AGRICULTURA PERUANA:  
NUEVAS MIRADAS DESDE  
EL CENSO AGROPECUARIO**

Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE)

Av. Grau 915, Barranco, Lima 4, Perú

Apartado postal 18-0572, Lima 18

Teléfono: 247-9988

www.grade.org.pe



Esta publicación cuenta con una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Lima, setiembre del 2015

Impreso en el Perú

400 ejemplares

Las opiniones y recomendaciones vertidas en este documento son responsabilidad de sus autores y no representan necesariamente los puntos de vista de GRADE ni de las instituciones auspiciadoras.

Director de investigación: Santiago Cueto

Asistente de edición: Diana Balcázar

Corrección de estilo: Rocío Moscoso

Diseño de carátula: Judith Venegas

Diagramación: Amaurí Valls M.

Impresión: Impresiones y Ediciones Arteta E. I. R. L.

Cajamarca 239-C, Barranco, Lima, Perú. Teléfonos: 247-4305 / 265-5146

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú: 2015-13104

ISBN: 978-9972-615-89-4

CENDOC / GRADE

ESCOBAL, Javier; Ricardo FORT y Eduardo ZEGARRA (Eds.)

*Agricultura peruana: nuevas miradas desde el Censo Agropecuario*/Javier Escobal, Ricardo Fort y Eduardo Zegarra (Eds.). Lima: GRADE, 2015.

Censos agropecuarios, encuestas, agricultura, asociación de productores, cambio climático, riego, producción agropecuaria, deforestación, Perú.



# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
--------------	---

## PRIMER CAPÍTULO

### EL USO DE ENCUESTAS Y CENSOS AGROPECUARIOS PARA DESARROLLAR UNA TIPOLOGÍA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA AGRICULTURA FAMILIAR EN EL PERÚ

<i>Javier Escobal y Carmen Armas</i>	15
Introducción	17
1. Breve reseña conceptual sobre las tipologías de productores agropecuarios	21
2. Marco metodológico	25
3. Vinculación entre activos, capacidades y contexto: estimación del ingreso neto agropecuario en el CENAGRO a partir de modelos SAE	31
4. Resultados	41
5. Conclusiones, recomendaciones y agenda de investigación	61
Referencias bibliográficas	65
Anexos	69

## SEGUNDO CAPÍTULO

### ESTRATEGIAS DE ARTICULACIÓN DE LOS PRODUCTORES AGRARIOS EN LA COSTA PERUANA: ¿ASOCIATIVIDAD, VINCULACIÓN CON EMPRESAS O AMBAS?

<i>Ricardo Fort y Ricardo Vargas</i>	87
Introducción	89
1. Marco teórico	93
2. Identificación de los productores	99
3. Caracterización de los productores identificados en la costa peruana	109
4. Metodología	115
5. Resultados	121
6. Conclusiones	135
Referencias bibliográficas	139
Anexos	143

## TERCER CAPÍTULO

### CAMBIO CLIMÁTICO, USO DE RIEGO Y ESTRATEGIAS DE DIVERSIFICACIÓN DE CULTIVOS EN LA SIERRA PERUANA

<i>Carmen Ponce, Carlos Alberto Arnillas y Javier Escobal</i>	171
Introducción	173
1. Cambio climático y estrategias productivas de las unidades agropecuarias	175
2. El cambio climático en la sierra peruana	181
3. Efecto del cambio climático en las estrategias productivas de los agricultores de la sierra: uso de riego y grado de diversificación de cultivos	193
4. Conclusiones y reflexiones finales	209
Referencias bibliográficas	213
Anexos	217

## CUARTO CAPÍTULO

### CAMBIOS EN LA AGRICULTURA Y DEFORESTACIÓN EN LA SELVA PERUANA: ANÁLISIS BASADO EN EL IV CENSO AGROPECUARIO

<i>Eduardo Zegarra y Juan Pablo Gayoso</i>	225
Introducción	227
1. Cambios en el sector agrario de la selva entre 1994 y el 2012	231
2. Uso agropecuario de la tierra y deforestación en la selva	243
3. Relación entre deforestación y uso del suelo agropecuario	263
4. Conclusiones	281
Referencias bibliográficas	285

PRINCIPALES ABREVIACIONES	287
---------------------------	-----

NOTAS SOBRE LOS AUTORES	291
-------------------------	-----

## INTRODUCCIÓN

La realización de un censo agropecuario es una oportunidad única para comprender y poner en discusión aspectos estructurales del sector agrario y rural de un país. En el Perú, esta oportunidad se ha vuelto a presentar con la publicación de los resultados del IV Censo Agropecuario, realizado en el 2012, casi 20 años después del anterior, el III Censo Agropecuario, que se llevó a cabo en 1994. La comparación entre ambos censos da cuenta de profundos cambios: la tenencia de la tierra se ha reestructurado hacia una mayor fragmentación, minifundización y concentración de la propiedad; la frontera agrícola se ha ampliado, y la cartera de cultivos y crianzas se ha recompuesto; el perfil demográfico se ha modificado y ahora hay una mayor presencia femenina y se ha elevado el nivel de educación de los productores, pero ellos también han envejecido; se ha constatado que tienen un mayor acceso a los mercados locales y regionales, pero operan en un contexto marcado por las limitaciones del cambio tecnológico y el precario acceso a equipos, crédito, insumos y servicios agropecuarios.

El presente volumen contiene los resultados de una serie de estudios liderados por investigadores de GRADE como parte de un proyecto que busca ampliar y profundizar el análisis de los resultados del IV Censo Agropecuario, ya sea relacionándolo con otras bases de datos u observando procesos al interior del propio sector. El proyecto fue financiado por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), y contó con el apoyo de un Comité Consultivo conformado por funcionarios de los ministerios de Agricultura y Riego, Economía y Finanzas, y Desarrollo e Inclusión Social, así como del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

El libro consta de cuatro capítulos, correspondientes a cada uno de los estudios elaborados. Solo el primer capítulo tiene una naturaleza transversal y metodológica, ya que está orientado a elaborar una tipología de la pequeña y mediana agricultura nacional. Los tres textos restantes están centrados en cada una de las regiones naturales. La compleja geografía de nuestro país se traduce también en diferentes tipos de agricultura, así como en distintas limitaciones y problemas pendientes de resolver, según la región que se analice. Por esta razón, estos tres estudios se enfocan en temas relevantes para cada región, en los cuales los investigadores plantean preguntas importantes tanto para la política pública como para la investigación académica.

En el **capítulo 1**, de Javier Escobal y Carmen Armas, se combinan datos del IV CENAGRO (2012) y la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) del 2014 con el fin de generar una tipología de la pequeña y mediana agricultura familiar. Los autores sustentan la tipología en un método conocido como *estimación de áreas pequeñas* (SAE por sus siglas en inglés), que permite mejorar la precisión estadística en niveles de desagregación espacial que no están disponibles en otras fuentes de datos no articuladas. De más está decir que un sustento riguroso de esta clase de tipologías es fundamental para el mejor diseño e implementación de políticas agrarias bien enfocadas y más eficaces en el país.

En el **capítulo 2**, Ricardo Fort y Ricardo Vargas se centran en entender los efectos que tiene en los productores agrarios de la **costa** el articularse a los mercados mediante tres estrategias distintas: a) formar parte de una asociación de productores, b) vincularse individualmente con empresas o c) vincularse con empresas por medio de una asociación. Para ello, los autores se basan en una extensa literatura internacional que analiza las implicancias de las vinculaciones en cadenas productivas —mediadoras de la relación con los mercados—, tema que ha sido muy poco desarrollado en nuestro país, sobre todo en términos de sus potenciales efectos.

Fort y Vargas utilizan la información del IV Censo Nacional Agropecuario para identificar, en la costa peruana, a los productores que pertenecen a cada uno de los grupos mencionados, y analizar los posibles efectos de este vínculo en una gama de indicadores de desempeño de sus



actividades agrícolas, así como otros efectos relacionados con el nivel de bienestar de sus hogares. Para ello, establecen una comparación con otros productores que presentan características similares, pero que no participan en la misma estrategia. Lo hacen usando un novedoso método llamado *balanceo entrópico*, que muestra una serie de ventajas frente a métodos previos de emparejamiento entre grupos de tratamiento y control en un contexto de evaluación de impactos. Adicionalmente, utilizan algunos resultados del estudio de Escobal y Armas —primer capítulo de este libro— para estimar el ingreso neto agropecuario per cápita mensual de los productores.

El estudio encuentra que los productores que se vinculan al mercado mediante cualquiera de las tres estrategias analizadas son capaces de realizar mejores prácticas agrícolas y acceder a más servicios, y presentan indicadores de bienestar superiores que quienes no se encuentran en ninguna de estas categorías. A su vez, los resultados permiten afirmar que pertenecer a una organización productiva y al mismo tiempo vincularse con empresas es la estrategia que genera mayores efectos en los indicadores analizados, lo que pone en evidencia las sinergias entre estrategias.

El **capítulo 3**, de Carmen Ponce, Carlos Alberto Arnillas y Javier Escobal, indaga sobre los efectos del cambio climático en las estrategias productivas de los agricultores de la sierra peruana, en particular en sus decisiones sobre riego y diversificación de cultivos. Uno de los aportes centrales de este trabajo es la recolección, el procesamiento y la adecuación de una muy extensa serie histórica de datos climáticos tomados de estaciones meteorológicas distribuidas en el territorio andino del país. Los autores han recopilado series históricas consistentes de variables climáticas para cinco décadas y para todos los distritos de la sierra. Estas series históricas muestran cambios sistemáticos tanto en la temperatura como en la precipitación, lo que pone de manifiesto el cambio climático experimentado en la sierra durante las últimas décadas. La investigación realizada a partir de estos datos es de gran interés y utilidad para una creciente comunidad de estudiosos interesados en la dinámica y los efectos del cambio climático en un espacio socioeconómico y ambiental tan importante como la sierra peruana.

El trabajo de Ponce, Arnillas y Escobal enfrentó el reto de procesar los datos climáticos de tal forma que pudieran ser articulados a los cambios en las decisiones productivas de los agricultores observados entre los censos de 1994 y el 2012. Para atender esta situación, ellos emplearon un modelo de interpolación espacial que permite estimar los cambios en el clima de forma homogénea para todos los distritos andinos. Los autores son cautos en su interpretación sobre los efectos promedio que efectivamente encuentran entre las variables climáticas, por un lado, y las decisiones sobre riego y diversificación de cultivos, por el otro. Además, ellos hacen un llamado insoslayable a ampliar y profundizar la investigación futura considerando otras dimensiones de la gran heterogeneidad ecológica y socioeconómica del amplísimo territorio de la sierra peruana.

En el **capítulo 4**, centrado en la selva, Eduardo Zegarra y Juan Pablo Gayoso preguntan sobre la multifacética relación entre la expansión de la frontera agrícola y la deforestación amazónica. Los datos censales muestran claramente que la región de la selva ha tenido la mayor expansión de superficie agropecuaria entre 1994 y el 2012, mientras, al mismo tiempo, se observan tasas de deforestación que alcanzan niveles inaceptables para la sociedad. Sobre esta base, el texto se enfoca en generar evidencia empírica sobre la relación (diferenciada) entre la expansión agropecuaria y los procesos de deforestación, controlando por factores físicos, de infraestructura, migratorios e institucionales, que son dimensiones frecuentemente analizadas en la amplia literatura sobre deforestación del bosque tropical existente a nivel mundial.

El estudio de Zegarra y Gayoso se sustenta en datos recientes sobre deforestación generados, sobre la base de imágenes de satélite, por el Ministerio del Ambiente (MINAM), los que se vinculan al IV CENAGRO (2012) a partir de unidades geográficas conocidas como sectores de empadronamiento agropecuario (SEA). La referencia geográfica de los SEA en el IV CENAGRO ha sido una pieza clave para poder realizar el análisis en un nivel de detalle que permite establecer relaciones entre un conjunto de variables agropecuarias —estructura agraria, orientación al mercado, cultivos

predominantes— y los procesos (muy localizados) de deforestación en la extensa selva peruana. Entre los hallazgos claves de este trabajo se encuentra que, efectivamente, las variables agropecuarias mencionadas se relacionan con procesos más o menos intensos de deforestación, lo que constituye un llamado urgente a articular la política agraria y la política ambiental de protección de nuestros bosques, fuente de invalorable servicios ecosistémicos al país y al planeta. Igualmente, el estudio valida hallazgos previos sobre la importancia de las áreas naturales protegidas, las comunidades nativas y las concesiones forestales como formas institucionales que contienen un proceso de deforestación que, si estas no existieran, sería más acelerado.

Como se puede ver, los estudios presentados en este libro representan una mirada diversa y compleja a procesos y relaciones que se establecen tanto al interior del sector agropecuario —tipologías y relación entre productores y formas organizativas— como en su interacción con otros procesos más amplios —cambio climático y deforestación—. Creemos que los cuatro estudios son una prueba contundente del gran potencial que tienen los censos agropecuarios y otras bases de datos relacionables con estos para generar investigación útil y relevante para la política pública en diversos contextos y realidades.

No queremos terminar esta introducción sin mencionar a algunas personas que nos han acompañado en la elaboración de este libro sin que, por eso, compartan necesariamente los contenidos, que son de nuestra exclusiva responsabilidad. En primer lugar, mencionamos que a lo largo de la realización de las investigaciones se contó con la valiosa opinión de Nancy Hidalgo, Jorge Tello, Jesús Ruiton, Víctor Pasco y Juan Moreno, miembros del Comité Consultivo del proyecto. A todos ellos, nuestro agradecimiento por habernos entregado su tiempo y sus diversos aportes. Igualmente, tuvimos la oportunidad de presentar y discutir los resultados de los trabajos en un seminario nacional realizado en GRADE, en el cual se recogieron los aportes de varios comentaristas, que han enriquecido el análisis y la perspectiva de los estudios. Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento a Manuel Glave, por sus detallados y esclarecedores comentarios, y por

haber asumido la tarea de lectoría de los capítulos con especial dedicación y eficacia. Por último, agradecemos el financiamiento de este esfuerzo por parte de FIDA.

Esperamos que los lectores encuentren en estas páginas algunas respuestas a sus propias preguntas sobre la compleja realidad agraria y rural de nuestro país.

Los editores



## PRIMER CAPÍTULO

# EL USO DE ENCUESTAS Y CENSOS AGROPECUARIOS PARA DESARROLLAR UNA TIPOLOGÍA DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA AGRICULTURA FAMILIAR EN EL PERÚ

Javier Escobal<sup>1</sup>  
Carmen Armas

---

1 Los autores desean expresar su agradecimiento a Ricardo Vargas por su apoyo en la construcción y validación de los indicadores obtenidos a partir de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA).



## INTRODUCCIÓN

En el Perú existe amplio consenso acerca de que la pequeña y mediana agricultura nacional es diversa, opera en contextos muy heterogéneos, y muestra distintos grados de articulación con los mercados de productos y factores. Según ese diagnóstico básico, es evidente que distintos segmentos de la pequeña y mediana agricultura serán afectados de manera diferenciada por un mismo conjunto de políticas, y que determinada política puede operar mejor si se focaliza en cierto «tipo» de productor.

A pesar de que se requiere conocer la diversidad de la pequeña y mediana agricultura, y saber en qué espacios del territorio nacional se concentra, el conocimiento sobre este segmento de productores es escaso. Las encuestas de hogares proveen información parcial, en niveles de desagregación espacial demasiado gruesos como para ser útiles para el seguimiento y, eventualmente, el diseño de políticas sectoriales agrarias, o el seguimiento de los impactos diferenciados de las políticas nacionales. La Encuesta Nacional de Hogares (ENAH), por ejemplo, puede hacer inferencias al interior del sector rural solo en el nivel de las regiones naturales —costa, sierra y selva—, y aunque es posible hacer estimados en niveles de desagregación algo mayores —por ejemplo, costa norte rural o Piura rural—, este tipo de cruces, conocidos en la literatura como «áreas pequeñas», presentan intervalos de confianza demasiado grandes, lo que les resta enorme precisión a las inferencias estadísticas que se hacen en ese nivel de desagregación espacial. De más está decir que, con esa base de datos, en la práctica es imposible establecer inferencias en niveles de desagregación provincial o distrital.

Por otro lado, aunque la reciente información recabada por el Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) 2012 permite caracterizar los

principales elementos estructurales de la pequeña y mediana agricultura familiar, la información se limita a variables estructurales o de *stock*. Casi no existe información sobre flujos —por ejemplo, producción, costos o rentabilidad—, lo que impide dar cuenta del valor de la producción o el nivel de rentabilidad que tiene este tipo de productor. Por ello, se puede afirmar que las tipologías basadas únicamente en la información censal son útiles, pero limitadas.

Para llenar este vacío de información estadísticamente representativa de producción, ingresos y rentabilidad, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) han diseñado e implementado la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA).<sup>2</sup> La primera versión de esta encuesta se desarrolló en el 2014 y está vinculada estrechamente al CENAGRO 2012, en la medida en que su marco muestral se deriva directamente de este censo. Según el INEI (2014b), la población objetivo comprende a los productores que conducen las medianas y pequeñas unidades agropecuarias del país, excluyendo las unidades agropecuarias cuya condición jurídica está vinculada a personas jurídicas: sociedades anónimas, sociedades de responsabilidad limitada, empresas individuales de responsabilidad limitada, cooperativas agrarias, o comunidades campesinas y nativas. Así, en la ENA, la población objetivo se limita a personas naturales que poseen superficie agrícola con cultivos menor o igual que 50 hectáreas.<sup>3</sup>

Aprovechando la información proporcionada por el Censo Agropecuario del 2012 y por la ENA del 2014, el objetivo de este estudio es combinar la información de ambas fuentes para hacer inferencias, en el ámbito de áreas pequeñas, sobre los niveles de producción e ingresos netos de la pequeña y mediana agricultura familiar. El segmento de la pequeña y mediana agricultura

---

2 La ENA pretende, además, hacer un seguimiento de los siguientes programas presupuestales, vinculados con la pequeña agricultura: Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios, Aprovechamiento de los Recursos Hídricos para Uso Agrario, Mejora de la Inocuidad Agroalimentaria y Mejora de la Articulación de Pequeños Productores al Mercado.

3 Aunque el INEI incorporó de manera complementaria en su trabajo de campo a los segmentos poblacionales vinculados a empresas y a personas naturales que cuentan con una superficie agrícola con cultivo mayor de 50 hectáreas, se registraron errores de marco, por lo que estos segmentos no han podido ser incluidos en este estudio.



familiar es definido aquí, por razones de compatibilidad estadística, como el compuesto por personas naturales que conducen unidades agropecuarias cuya superficie agrícola cultivada es menor o igual que 50 hectáreas.<sup>4</sup> La utilización conjunta de estas dos fuentes de información permite, a partir del uso de metodologías de estimación de áreas pequeñas (SAE por sus siglas en inglés), ganar precisión estadística en niveles de desagregación espacial que no están disponibles en la ENA. Al mismo tiempo, la utilización de la ENA —y la posterior inferencia hecha en el CENAGRO— hace posible construir una primera tipología para la pequeña y mediana agricultura familiar en el Perú.

Este estudio está dividido en cinco secciones. En la primera, se hace una breve reseña de la literatura sobre tipologías de productores agropecuarios y se presenta una opción que será usada en este documento, que permite distinguir, por un lado, la agricultura familiar de subsistencia; y por el otro, la agricultura familiar consolidada. En el medio quedan uno o más grupos de productores, que pueden ser definidos como parte de una agricultura en transición. La segunda sección plantea la metodología operativa para construir la tipología, incluyendo la definición de los puntos de corte para diferenciar entre uno y otro grupo. La tercera sección se concentra en describir las metodologías SAE utilizadas en el estudio, tanto para combinar la información del CENAGRO y la ENA como para inferir a qué tipo pertenece cada unidad agropecuaria familiar en el Perú. Seguidamente, en la cuarta sección se presentan los resultados, se muestra su despliegue espacial a nivel provincial y se hace una primera caracterización de los tipos de unidades agropecuarias identificadas. Por último, en la sección cinco se resumen las conclusiones del estudio y se discuten tanto las mejoras que se pueden implementar en esta primera versión de la tipología estimada como la agenda de investigación derivada de estos resultados.

---

<sup>4</sup> Es importante resaltar que la ENA no solo es una encuesta representativa del CENAGRO, sino que es posible vincular cada una de las unidades agropecuarias que describe con la información proporcionada por la misma unidad agropecuaria en el CENAGRO. Esta relación potencia la utilidad del análisis conjunto de estas dos bases de datos.



## 1. BREVE RESEÑA CONCEPTUAL SOBRE LAS TIPOLOGÍAS DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS

¿Cómo identificar a los productores de la llamada agricultura familiar? No hay una definición de este tipo de productor para el Perú, pero es posible usar los criterios de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) para aproximarnos a una. Soto-Baquero y otros (2007) indican que la agricultura familiar se caracteriza por los siguientes rasgos: a) el acceso limitado a recursos de tierra y capital. b) El uso preponderante de fuerza de trabajo familiar. El jefe o jefa de familia participa directamente en el proceso productivo; es decir, aun cuando pueda existir cierta división del trabajo, el jefe de familia no asume funciones exclusivas de gerente, sino que es un trabajador más del núcleo familiar. Y c) la principal fuente de ingresos del núcleo familiar es la actividad agropecuaria, que puede ser complementada con otras actividades no agrícolas realizadas dentro o fuera de la unidad familiar; por ejemplo, servicios relacionados con el turismo rural, producción de servicios ambientales, producción artesanal, pequeñas agroindustrias, empleos ocasionales, etcétera.

La literatura sobre tipologías de productores es amplia. A inicios de la década de 1980, trabajos como los de Murmis (1980) y Schejtman (Comisión Económica para América Latina y el Caribe 1981) buscaban clasificar a los pequeños productores agropecuarios y distinguir entre ellos a los productores campesinos. Más recientemente, se ha reanudado el interés por construir tipologías para la agricultura familiar. Durante los últimos años, las tipologías más usadas para caracterizar a este segmento han incluido la identificación de los siguientes tres estratos: a) agricultura familiar de subsistencia, b) agricultura familiar en transición y c) agricultura familiar consolidada. Al respecto, destacan los trabajos de Soto-Baquero y otros (2007) y de Maletta (2011).

Tal como sostienen Salcedo y otros (2014: 24), «[...] la elaboración de tipologías tiene como objetivo precisar los requerimientos de cada segmento, para de esta manera diseñar políticas y programas diferenciados, así como también métodos de discriminación positiva orientados a grupos específicos, como por ejemplo, aquellos más vulnerables». Sin embargo, no suele ser claro —ni mucho menos explícito— el modelo conceptual que estaría detrás de una u otra tipología. Diversos autores han alertado sobre los problemas que enfrentan la mayor parte de las tipologías empíricas. Por ejemplo, Salcedo y otros (2014) señalan que las definiciones existentes de *agricultura familiar* o de *pequeño agricultor* dificultan la construcción de tipologías, pues los conceptos a los que aluden no tienen un correlato empírico claro en las bases de datos disponibles.

Aunque la literatura reconoce que los censos agropecuarios son la fuente más rica y completa para construir tipologías de productores agropecuarios, en muchos casos estos no cuentan con datos de resultados —como ingresos por distintas fuentes, costos o rentabilidad de las actividades— o no contienen suficiente información sobre las características de la familia que forma parte de la unidad agropecuaria. Aunque el CENAGRO 2012 sí contiene información detallada acerca de este último aspecto, comparte con otros censos la carencia de este tipo de información sobre ingresos o rentabilidades de la actividad agropecuaria. De allí la importancia de que sea posible extender la metodología propuesta usando la información de la ENA, encuesta que, como ya hemos mencionado, se puede vincular directamente con los datos del CENAGRO 2012.

Una revisión rápida de las distintas tipologías construidas para dar cuenta de la heterogeneidad de las unidades agropecuarias de América Latina muestra que, en general, se pueden distinguir tres clases de tipologías.

En primer lugar, las *tipologías operativas*, que usan un conjunto de variables que se presumen importantes para distinguir entre distintos tipos de unidades agropecuarias. Entre las tipologías operativas se pueden diferenciar aquellas que privilegian variable estructurales — tamaño de la propiedad, tamaño del hato ganadero— y variables de contexto —ubicación

geográfica—, o las que privilegian variables que dan cuenta de estrategias particulares —uso de mano de obra familiar o contratada— o resultados —rentabilidad de la unidad agropecuaria—. En algunos casos, la tipología combina las distintas clases de variables: estructurales, de contexto, y de estrategia y resultado. Un ejemplo de esta clase de tipologías es el trabajo de Duch (1999) y los de Miranda (1990). Para el caso peruano, el trabajo de Zegarra (2009) es un ejemplo de una tipología basada en variables estructurales y de contexto, mientras que el de De los Ríos (2009) es un ejemplo de una tipología basada en variables de resultados —en este caso, pobreza—.

En segundo lugar, se pueden identificar *tipologías basadas en algún modelo conceptual* que explicita la relación entre, por un lado, las variables estructurales y las variables de contexto; y por el otro, las variables de estrategias y de resultados. Típicamente, estos modelos son de carácter conceptual antes que empírico, dada la dificultad de estimar las relaciones funcionales requeridas. Un ejemplo claro de esta segunda clase de tipologías son los trabajos de Murmis (1980) y el de Schejtman, publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 1981.

En tercer lugar, en nuestro caso, sin negar la importancia de aclarar el marco conceptual detrás de la tipología utilizada, hemos optado por *una primera clasificación operativa* basada en la capacidad de acumulación de la pequeña o mediana agricultura familiar. Por ello, nos interesa diferenciar entre sí dos segmentos de la agricultura familiar: por un lado, el conformado por agricultores que carecen de una base suficientemente amplia de activos productivos —así como de capacidades individuales y familiares— para operar como *agricultores por cuenta propia* en determinado contexto y asegurar ingresos netos suficientes como para reproducir la fuerza de trabajo familiar; y por el otro, el constituido por agricultores que sí pueden generar algún proceso sostenido de acumulación que les asegure sostener un nivel adecuado de bienestar.

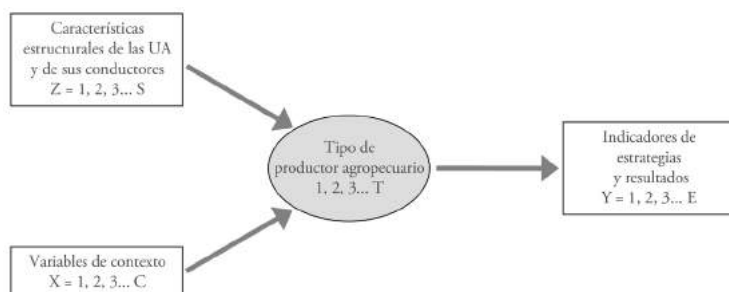
La opción escogida vincula varios factores: a) activos productivos, b) capacidades individuales y familiares, y c) contexto para generar ingresos

que estén por encima o por debajo de determinada cuota de supervivencia o acumulación. Esta opción nos vincula con la clasificación mencionada líneas antes, que distingue a la *agricultura familiar de subsistencia* de la *agricultura familiar consolidada*, y deja un grupo intermedio al que se le denomina *agricultura familiar en transición*. La identificación de los puntos de corte propuestos y de las variables que capturen la dotación de activos productivos, las capacidades individuales y familiares, así como el contexto en el que operan las unidades agropecuarias, será materia de la siguiente sección.

## 2. MARCO METODOLÓGICO

Tal como se sugiere en la primera sección, la estructura básica del modelo conceptual vincula las características de la unidad agropecuaria familiar —su base de activos productivos—, las características del conductor de la unidad agropecuaria y de su familia —capacidades individuales y familiares—, y el contexto en el que ellos operan. La interrelación entre estos elementos genera un conjunto de estrategias productivas y estrategias de vida que determinan resultados claves como la producción, la generación de ingresos netos y la capacidad de acumulación, como se observa en el siguiente esquema.

### Estructura básica del modelo conceptual para identificar tipologías de productores agropecuarios



### 2.1. Tipología operativa

Tal como hemos mencionado en la sección anterior, para caracterizar los tipos de pequeña y mediana agricultura familiar en el Perú se ha optado por seguir la definición de estratos sugerida por Soto-Baquero y otros (2007),

y Maletta (2011): agricultura familiar de subsistencia, agricultura familiar en transición y agricultura familiar consolidada.

Se considera *agricultura familiar de subsistencia* a aquel segmento de la pequeña agricultura familiar cuyos integrantes carecen de suficiente tierra, ganado o infraestructura productiva como para generar ingresos —monetarios o no monetarios— que les permitan cubrir la canasta básica de alimentos para su hogar, representada por la canasta que calcula el INEI para definir la línea de pobreza extrema. Dicha canasta permite cubrir requerimientos calóricos mínimos, dependiendo de la composición del hogar y de la región en la que este habita (Instituto Nacional de Estadística e Informática 2014b). Se presume aquí que estos son los niveles de ingreso mínimos que permiten reproducir la fuerza de trabajo familiar.

Mientras que este indicador se puede estimar directamente en la ENA, no es posible calcularlo para todas las pequeñas y medianas unidades agropecuarias que aparecen en el CENAGRO. Por ello, es indispensable utilizar el modelo conceptual y vincular, en la ENA, tres factores —las características de la unidad agropecuaria familiar, las características del conductor de dicha unidad y de su familia, y el contexto en el que opera— con los ingresos netos que genera. Esto permitirá que, luego, se use la relación estimada y se infiera la variable de resultado en el CENAGRO.

Cabe notar que cuando se estima la relación entre las características de la unidad agropecuaria, las características de los conductores de dicha unidad agropecuaria y los ingresos requeridos para alcanzar una mínima capacidad de reproducción de la familia, implícitamente se está empleando el concepto de superficie con cultivo suficiente para satisfacer la seguridad alimentaria de la familia —relación que variará por zona o región— y/o la cantidad mínima de ganado o crianzas que garantice la seguridad alimentaria de la familia. Vista así, esta estimación es parecida al indicador planteado por De los Ríos (2009). Sin embargo, en este caso no necesariamente se estaría hablando solo de autoconsumo, sino que, para satisfacer la seguridad alimentaria de la familia, la unidad agropecuaria puede, si es necesario, intercambiar parte de su producción por otros bienes en el mercado.



En el otro extremo, se considera como *agricultura familiar consolidada* a aquel segmento de la pequeña o mediana agricultura familiar cuyos integrantes cuentan con ingresos netos agropecuarios lo suficientemente altos como para presentar una probabilidad baja —menor del 10%— de caer en pobreza en cualquier momento. Este punto de corte se usa en la literatura internacional para distinguir a aquellos agricultores que no siendo pobres, tampoco son vulnerables (López-Calva y Ortiz-Juárez 2011). Para el caso del Perú, Escobal (2014) muestra, sobre la base de las ENAHO, que el punto de corte asociado a una probabilidad igual o menor de 10% de caer en la pobreza equivale a 2,4 veces la línea de pobreza. Por lo tanto, se utilizará este punto de corte para diferenciar a aquellos agricultores que logran ingresos netos agropecuarios lo suficientemente altos como para presentar una baja probabilidad de caer en pobreza. Cabe notar que este punto de corte es equivalente a un valor diario de 9,6 dólares a precios de paridad (PPP) del 2005 o a 10,57 dólares corrientes del 2012. El dato ha sido estimado por Escobal (2014) para la ENAHO 2012 y es similar al que han calculado otros investigadores (López-Calva y Ortiz-Juárez 2011, Jaramillo y Zambrano 2013).

En la medida en que se establezca una relación funcional entre ingresos netos agropecuarios y la base de activos productivos con la que cuenta la unidad agropecuaria, las capacidades individuales y familiares del conductor, y el contexto en el que opera, es posible identificar combinaciones de activos que permiten alcanzar el punto a partir del cual la agricultura familiar logra cierto nivel de consolidación. Sin embargo, el nivel de activos productivos mínimo requerido dependerá de las demás circunstancias que afectan los niveles de producción y rentabilidad, incluyendo el contexto en el que operan las unidades agropecuarias.

Entre la agricultura familiar de subsistencia y la agricultura familiar consolidada se puede identificar a un grupo de agricultores que constituyen lo que se puede etiquetar como *agricultura familiar en transición*. En este grupo, podemos distinguir a dos subgrupos: el primero está constituido por los agricultores cuyos ingresos netos exceden la línea de pobreza total; y el segundo, por aquellos cuyos ingresos agropecuarios están por debajo de la

línea de pobreza total, pero por encima de la línea de pobreza alimentaria. La etiqueta «en transición» no pretende sugerir la connotación de movilidad ascendente o descendente, o incluso, de movilidad hacia afuera de la agricultura. Simplemente, reconoce que los ingresos netos que se generan permiten cubrir necesidades básicas, pero la base de activos productivos —así como los ingresos netos agropecuarios que esta genera— no es lo suficientemente alta como para que estas personas tengan una vida acomodada si optan por dedicarse exclusivamente a las actividades agropecuarias.

Cabe mencionar que la clasificación que aquí se plantea no utiliza información sobre el peso que tienen las actividades económicas no agropecuarias, tanto salariales como no salariales. Es bien sabido (Escobal 2001) que estas actividades representan una proporción importante del ingreso agropecuario. Sin embargo, lo relevante aquí es la capacidad o no de acumular y generar excedentes desde la actividad agropecuaria por cuenta propia, más allá de si las actividades económicas complementarias que se realicen sean o no importantes. Tampoco es relevante si estas actividades económicas complementarias se vinculan a estrategias de diversificación de las fuentes de ingresos por razones de insuficiencia de la base productiva agropecuaria propia o por razones de rentabilizar fuera de la agricultura la base de activos con la que cuenta el hogar rural.

## 2.2. Estimaciones de los puntos de corte

En la ENA se calcula el ingreso neto agropecuario y el ratio entre este valor y el valor de la canasta básica de alimentos de cada región, definida por la línea de pobreza extrema ( $Y_{\text{netoAgrop}} / \text{LINPE}$ ). Hogares con valores menores de 1 tienen una producción agropecuaria que no alcanza para cubrir la canasta básica de alimentos, por lo que sus miembros son definidos como *agricultores de subsistencia*.

Para determinar el límite superior a partir del cual se puede considerar a un agricultor familiar como agricultor familiar consolidado se exploraron

varias alternativas. Se optó por definir este límite a partir de la capacidad de acumulación y de sostenibilidad de la unidad agropecuaria: tal como ya se mencionó, se considera como agricultor familiar consolidado a aquel cuyos ingresos netos agropecuarios son lo suficientemente altos como para tener una probabilidad baja (menor del 10%) de caer en la pobreza en cualquier momento. Este punto de corte equivale a 2,4 la línea de pobreza total (Línea). Nótese que la unidad agropecuaria puede o no tener ingresos no agropecuarios —salariales o no salariales—, o ingresos por rentas o transferencias. Lo relevante es la capacidad de sus miembros de sostener su nivel de vida usando exclusivamente los ingresos que se derivan de la actividad agropecuaria por cuenta propia.

Nótese, además, que quienes quedan en el grupo intermedio —definido aquí como agricultura de transición— pueden conformar dos grupos, dependiendo de si sus ingresos, siendo superiores que la línea de pobreza extrema, son o no mayores que la línea de pobreza total.

Así, definidos los puntos de corte, es posible estratificar a la población de estudio en cuatro grupos:

Agricultura de subsistencia:	$Y_{\text{netoAgrop}} < LINPE$
Agricultura en transición I:	$LINPE < Y_{\text{netoAgrop}} < LÍNEA$
Agricultura en transición II:	$LÍNEA < Y_{\text{netoAgrop}} < 2.4 * LÍNEA$
Agricultura consolidada:	$Y_{\text{netoAgrop}} > 2.4 * LÍNEA$

### 2.3. Cálculo del ingreso neto agropecuario

La primera tarea indispensable para establecer la tipología de productores ha sido la construcción del valor bruto de producción agropecuaria (VBP) y de los costos requeridos para generar dicha producción y, a partir de estos dos indicadores, de los ingresos netos agropecuarios. El detalle del procedimiento seguido para calcular estos indicadores aparece en el anexo 1. Es importante mencionar que aunque estimamos el VBP y el ingreso

neto de la agricultura familiar, no fue posible establecer la contribución de este segmento al sector agropecuario del Perú, en la medida en que no contamos con una estimación confiable del VBP agropecuario o del ingreso neto agropecuario a nivel nacional.<sup>5</sup>

En este trabajo, nosotros nos limitamos a calcular los ingresos netos de los productores que, en el CENAGRO, se ubican en el segmento de unidades agropecuarias conducidas por personas naturales con menos de 50 hectáreas de superficie cultivada. La posibilidad de determinar el peso que tiene la agricultura familiar en el sector agropecuario nacional pasa por estimar el VBP y el ingreso neto de los demás segmentos, algo que no es materia de este estudio y que solo se podrá realizar de manera confiable luego de contar con la segunda ENA, que incluirá los segmentos faltantes.

---

5 Al respecto, Eguren y Pintado (2015) realizan una estimación contrastando la data de la ENAHO, que no recoge la información de las unidades empresariales, con la data del sistema de información del MINAGRI, cuya confiabilidad estadística es limitada debido a que no sigue procedimientos validados de inferencia estadística.

### **3. VINCULACIÓN ENTRE ACTIVOS, CAPACIDADES Y CONTEXTO: ESTIMACIÓN DEL INGRESO NETO AGROPECUARIO EN EL CENAGRO A PARTIR DE MODELOS SAE**

Para estimar el ingreso neto agropecuario en el CENAGRO en la ENA se modela la relación entre los ingresos netos agropecuarios y las variables claves que dan cuenta de las características de los conductores de la unidad agropecuaria, de las parcelas que conducen y del contexto en el que operan. Una vez estimada la relación mencionada para cada región natural, se utilizan estos cálculos y los puntos de corte para establecer, en el CENAGRO, qué porcentaje de las unidades agropecuarias pertenecen a cada uno de los cuatro grupos identificados en la tipología.

Para cada región se busca identificar las características individuales de los agricultores —edad, sexo, etnicidad, educación—, de sus unidades agropecuarias —tierra, ganado, mano de obra familiar y contratada— y del contexto en el que operan —altitud, acceso a bienes y servicios públicos, distancia respecto a los mercados de productos y factores—. Estos datos, de manera conjunta, determinan el tipo unidad agropecuaria y, por lo tanto, sus resultados productivos y su capacidad de acumulación.

#### **3.1. Metodología para la estimación de áreas pequeñas (SAE)**

Existen varias alternativas metodológicas para combinar información censal y de encuestas con el fin de estimar valores de interés en áreas geográficas más desagregadas de las que es posible inferir usando solo una encuesta como la ENA. La literatura sobre estimación de áreas pequeñas (SAE por sus siglas en inglés) distingue dos tipos de modelos: a) modelos basados en información a nivel de unidades —en nuestro caso, unidades agropecuarias—

y b) modelos basados en información a nivel de áreas —en nuestro caso, provincias o distritos—.

Un ejemplo típico del modelo basado en información a nivel de unidades es el conocido como Battese-Harter-Fuller (Battese y otros 1988). Este modelo multinivel está definido como sigue:

$$\begin{aligned} Y &= X\beta + Zu + e \\ u &\sim N(0, \sigma_u^2 I_K); e \sim N(0, \sigma_e^2 I_N) \end{aligned} \quad (1)$$

Donde una población de tamaño  $N$  ha sido dividida en  $K$  ‘áreas pequeñas’ con  $N_K$  unidades en la  $K$ -ésima área.  $Y$  es el vector que contiene la variable de interés,  $X$  es la matriz que contiene las  $p$  covariables que se observan en la muestra y en el censo, y  $Z$  es la matriz que indica a qué área pequeña corresponde cada unidad agropecuaria. El modelo representado en (1) asocia las covariables identificadas y la variable objetivo —en nuestro caso, por ejemplo, el ingreso neto agropecuario— mediante un modelo multinivel donde el componente heterocedástico del error es modelado incluyendo variables aleatorias en el nivel de provincia o distrito ( $u$ ), además del error idiosincrático ( $e$ ).

La ventaja de utilizar un modelo multinivel en lugar de un modelo lineal simple está en que la modelación permite recoger diferencias en las medias de atributos no observables que varían entre las unidades geográficas analizadas. Siguiendo la recomendación de Haslett y Jones (2010), aquí se opta por incluir efectos aleatorios en el mismo nivel que la inferencia que se realiza; en este caso, efectos aleatorios por provincia o por distrito, según corresponda.

Por otro lado, un ejemplo típico del modelo basado en información de áreas es el planteado por Fay y Herriot (1979). Este es un modelo multinivel que está definido como sigue:

$$\begin{aligned} \bar{Y} &= \bar{X}\beta + u + \bar{e} \\ u &\sim N(0, \sigma_u^2 I_K); \bar{e} \sim N\left(0, \text{diag}\left(\frac{\sigma_e^2}{N_1}, \dots, \frac{\sigma_e^2}{N_K}\right)\right) \end{aligned} \quad (2)$$

$\bar{Y}$  es el vector que contiene las medias para cada una de las  $K$  áreas de la variable objetivo y  $\bar{X}$  es la matriz que contiene las medias de las  $p$  covariables. En este caso, el modelo se estima en el nivel de las áreas de interés y no en el de las observaciones. La primera ecuación en (2) reconoce que los estimados directos en el nivel de área presentan un error específico a cada área, además del error idiosincrático.

Existen múltiples variantes vinculadas a estos dos tipos de modelos. Estas variantes están asociadas a distintas especificaciones de los errores y transformaciones que requiere la variable de interés para asegurar que la distribución de esta sea consistente con la distribución de los errores.

Una variante del modelo SAE basada en información a nivel de unidades es la utilizada en la metodología desarrollada por Elbers y otros (2003). El INEI está usando esta metodología, por ejemplo, para estimar las tasas de pobreza a nivel provincial y distrital. No es posible hacer esta inferencia con suficiente grado de precisión estadística usando solo la ENAHO. Por ello, el INEI combina la ENAHO con información del Censo de Población y Vivienda, para alcanzar mayores niveles de precisión a escala provincial y distrital.

Se han planteado algunas críticas a la utilización operativa de la metodología Elbers y otros (2003) a partir del paquete estadístico PovMap. Lamentablemente, el programa no puede incorporar de manera completa el marco muestral de la ENAHO, lo que genera que, al momento de calcular los errores estándar, se sobrestime la precisión estadística del modelo de predicción utilizado (subestimación de los errores estándar de la predicción). De manera complementaria, Haslett y Jones (2010) identifican que los errores estándar de la predicción que se obtiene a partir del método de Elbers y otros (2003) estarían subestimados, además, debido a que la estimación no incluye componentes aleatorios a nivel de las áreas que se pretende inferir, e incorpora solo los errores a nivel de clúster y errores idiosincráticos.

En nuestro caso, existe un factor operativo adicional que limita la utilización de la metodología de Elbers y otros (2003) implementada mediante PovMap: este modelo se limita a estimar los modelos lineales —o su transformación logarítmica—, lo que tiene una limitada utilidad dadas

las características de la variable que debe ser modelada. En nuestro caso, la variable *ingreso neto agropecuario* no es una variable fácil de transformar para asegurar una distribución razonablemente normal, en la medida en que casi el 18% de las observaciones presentan un ingreso neto negativo, lo que impide la transformación logarítmica.

Para enfrentar este problema de modelación, optamos por explorar varias alternativas vinculadas a la estimación del modelo SAE multinivel a nivel de unidades agrarias, identificado en la ecuación (1):

- a) *Estimación de modelos multinomiales logit o probit para calcular directamente la pertenencia a una de las cuatro clases planteadas en la tipología.* Este tipo de modelos fue descartado, pues las pruebas estadísticas confirmaban que se debía rechazar la hipótesis de independencia de las alternativas irrelevantes (IIA). Esto significa que la probabilidad relativa de pertenecer a una de dos clases no es independiente de las otras clases. Si no se puede asegurar la validez de este supuesto, la estimación no es válida y la capacidad de inferencia se pierde.
- b) *Estimación de modelos ordenados logit o probit.* En este caso, se deben cumplir la hipótesis de paralelismo, de tal manera que las características de las unidades agropecuarias y de su contexto afecten por igual a los distintos tipos de productores, y sean solo los cambios en el intercepto los que determinen la pertenencia a una u otra clase. Los resultados exploratorios rechazaron tal hipótesis a favor de parámetros distintos, según cada uno de los cuatro grupos de productores identificados en la tipología. Lamentablemente, la estimación de un modelo generalizado multinivel de efectos mixtos *probit* o *logit* ordenado que no asuma la hipótesis de paralelismo no se encuentra implementada en los paquetes estadísticos disponibles.
- c) *Estimación de un modelo generalizado lineal multinivel.* En este caso, es posible evitar la transformación estadística a logaritmos. Este tipo de modelo relaciona la distribución aleatoria de la variable dependiente con la parte sistemática —el modelo, parte no aleatoria— mediante una función



llamada *función de enlace*. Un modelo con una distribución de errores y una función de enlace puede acomodar las características de la variable analizada. En este caso, sin embargo, la estimación tuvo problemas de convergencia, por lo que, en esta versión del modelo, fue desechada.

- d) *Estimación mediante un modelo generalizado multinivel en dos etapas siguiendo el modelo de Heckman (corrigiendo por sesgo de selección)*. En este caso, se trata de modelar, de manera separada, la probabilidad de tener un ingreso neto agropecuario negativo de la magnitud del ingreso neto obtenido en caso de que este fuera positivo. Una ventaja conceptual de este tipo de estrategia de modelación es que reconoce que los determinantes de tener ingresos netos negativos pueden ser distintos de los determinantes del nivel de ingresos netos obtenido. En la medida en que este modelo cumplió con las propiedades estadísticas requeridas, fue el que finalmente se utilizó.

*El modelo SAE a nivel de unidades agropecuarias con corrección de sesgo de selección* (modelo tipo Battese-Harter-Fuller)

Para estimar el modelo necesario para predecir los ingresos netos agropecuarios en el CENAGRO a nivel de las unidades agropecuarias, primero se modela la probabilidad de que una unidad agropecuaria tenga ingresos netos negativos. Esto se logra estimando el modelo (1) para la probabilidad de que el ingreso sea positivo. Aquí se usa una distribución de la familia binomial y una función de enlace del tipo *logit*.

Estimado este primer modelo, se puede calcular, siguiendo a Heckman (1979), el ratio de Mills para corregir la estimación del modelo de ingresos —de las unidades agropecuarias con ingresos netos positivos— por el sesgo de selección. Así, en la segunda etapa se estima

$$E[Y|u] = g^{-1}(X\beta + \gamma\lambda + Zu)$$

$$u \sim N(0, \sigma_u^2 I_K); e \sim N(0, \sigma_e^2 I_N) \quad (5)$$

donde se asume que, condicionalmente a los efectos aleatorios y a la corrección del sesgo de selección, se trata de un modelo lineal generalizado simple, y que la distribución de los efectos aleatorios  $u$  es normal, suposición asumida típicamente en la literatura relevante. En este caso,  $Zu$  define la estructura de los efectos aleatorios que deben ser considerados y  $g(\cdot)$  es la función de enlace, función que permite compatibilizar empíricamente la función de distribución del error del modelo y la función de distribución de la variable dependiente. Finalmente,  $X$  incorpora las variables vinculadas a las características de las unidades agropecuarias, las características de sus conductores y las variables de contexto, incluyendo los promedios distritales provinciales de las variables.

Por otro lado,  $\lambda$  es el ratio de Mills que corrige el sesgo de selección. Como se sabe,  $\lambda$  se calcula a partir de la estimación del primer modelo:

$$\lambda = \frac{\phi(\hat{Y})}{[1 - \Phi(\hat{Y})]}$$

Aquí,  $\phi(\hat{Y})$  y  $\Phi(\hat{Y})$  representan, respectivamente, la densidad y la distribución acumulada de la distribución normal.

En el caso del modelo con corrección por sesgo de selección, es preferible usar una función de enlace del tipo logarítmico para asegurar que los errores del modelo se adecúen razonablemente a la distribución normal. Es importante anotar aquí que, dada la heterogeneidad de los contextos en los que opera la agricultura familiar y la capacidad de inferencia de la ENA, se ha optado por estimar la relación funcional entre el ingreso neto agropecuario y sus determinantes por separado para las tres regiones naturales: costa, sierra y selva.

Asimismo, los modelos incluyen un *set* adicional de variables contextuales obtenidas, como los promedios provinciales de las variables individuales utilizadas en cada modelo. Al respecto, Namazi-Rad y Steel (2015) reconocen que es indispensable modelar adecuadamente los efectos contextuales para evitar estimaciones sesgadas. Debido a esto, los modelos

que aquí se presentan incluyen no solo las variables individuales relevantes, sino un *set* de variables contextuales —promedios a nivel de provincias— para asegurar que se minimice el sesgo. Tal como se muestra en ESSNET (2012) con la implementación de modelos SAE en diversos países de la Unión Europea, los modelos que incorporan los promedios de las variables a nivel de áreas pequeñas que se requiere estimar presentan menores errores cuadráticos que los modelos que no las incorporan.

La estimación econométrica del modelo SAE a nivel de unidades agropecuarias, con corrección de sesgo de selección (modelo tipo Battese-Harter-Fuller), se realiza utilizando un estimador empírico (ebBHF) programado por Molina y Marhuenda (2015) sobre la base del paquete de programación *R*.

### *El modelo SAE a nivel de áreas* (modelo tipo Fay-Harriot)

Como hemos mencionado, otra alternativa para estimar las variables de interés a escala distrital o provincial es utilizar un modelo del tipo Fay-Harriot, tal como el que ha sido detallado en (2).

En este caso, una alternativa es estimar directamente el porcentaje de unidades agropecuarias que pertenecen a cada grupo de la tipología. Para ello, empleamos el estimador empírico bayesiano (EBLUP o mejor estimador empírico de la predicción lineal insesgada) programado por Molina y Marhuenda (2015) utilizando el paquete de programación *R*.

Cabe notar, sin embargo, que esta estimación adolece de un problema que no ha sido resuelto en esta versión de la predicción. El problema aquí es que la estimación, hecha en cada ecuación por separado, no garantiza que el porcentaje sume la unidad cuando se agregan todos los grupos de la tipología. Aunque la discrepancia es pequeña, en el caso de la implementación empírica del modelo Fay-Harriot que aquí exploramos esta discordancia puede afectar la calidad de la predicción.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Otra alternativa sería estimar un modelo multinomial de la probabilidad de estar en cada grupo. Sin embargo, dicha variante del modelo no ha podido ser construida hasta el momento.

Finalmente, tal como señalan Namazi-Rad y Steel (2015), los errores cuadráticos medios de la predicción de los modelos SAE basados en información a nivel de áreas pueden ser mayores o menores que los errores cuadráticos medios de la predicción de los modelos SAE basados en información a nivel de unidades —en nuestro caso, unidades agropecuarias—, por lo que preferir una metodología sobre la otra es un tema esencialmente empírico.

### 3.2. Variables utilizadas para estimar los modelos SAE

Una ventaja de utilizar de manera conjunta la ENA y el CENAGRO es que la primera ha sido diseñada con el objetivo explícito de vincularse al censo agropecuario. Ello asegura que las variables que aparecen en ambas bases de datos son estrictamente compatibles, lo que mejora la capacidad de inferencia. A continuación se presentan las variables utilizadas para modelar la relación entre, por una parte, el ingreso neto agropecuario y, por otra parte, las variables estructurales y contextuales identificadas en la ENA y el CENAGRO.

#### a) Características de la unidad agropecuaria

- Superficie total.
- Número de parcelas.
- Índice de fragmentación de la unidad agropecuaria.<sup>7</sup>
- Porcentaje de la superficie total inscrita en Registros Públicos.
- Si su conductor pertenece o no una cooperativa de productores.
- Si su conductor obtuvo o no el préstamo o crédito que gestionó.
- Índice de Herfindahl para identificar el grado de especialización/diversificación de cultivos y crías.
- Índice de Herfindahl para identificar el grado de especialización/diversificación por grupo de cultivos: cereales, tubérculos, frutas, legumbres, cultivos industriales.

<sup>7</sup> Aquí se calcula el índice Januszewski de fragmentación de la UA  $(1 - \sqrt{(\sum s_i)}) / \sqrt{(\sum (s_i))}$  [ $J = 0$  concentración de la tierra en una sola parcela;  $J \rightarrow 1$ , total de la tierra repartida en muchísimas parcelas].

- Si algún cultivo es o no destinado a la agroindustria.
  - Si algún cultivo es o no destinado a la exportación.
  - Si cuenta al menos con un cultivo destinado principalmente al mercado.
  - Índice del *stock* de animales: ganado mayor, ganado menor y auquénidos.
  - Si cuenta o no con animales de raza.
  - Prácticas agrícolas y pecuarias.
- b) Características del conductor de la unidad agropecuaria y de su familia
- Edad del conductor de la unidad agropecuaria.
  - Educación del conductor de la unidad agropecuaria.
  - Si el conductor de la unidad agropecuaria es hombre o mujer.
  - Si la lengua materna del conductor de la unidad agropecuaria es indígena.
  - Número de miembros de la familia que trabajan en actividades agropecuarias.
  - Si el conductor de la unidad agropecuaria pertenece o no a una asociación de productores.
  - Si el conductor de la unidad agropecuaria pertenece o no a una comunidad campesina o nativa.
- c) Contexto
- Región natural: costa, sierra o selva.
  - ¿Cuántas horas demora el conductor de la unidad agropecuaria en llegar desde su vivienda a la capital distrital (mercado local)?
  - ¿Cuántas horas demora desde el centro poblado más cercano a una ciudad de al menos 50 000 habitantes (mercado regional)?
  - Altitud del centro poblado más cercano a la unidad agropecuaria.
  - Adicionalmente, se utilizan los promedios distritales de las variables que caracterizan tanto a las unidades agropecuarias como a sus conductores.



## 4. RESULTADOS

En primer lugar, el cuadro 1 muestra la estimación del valor bruto de producción (VBP) agropecuaria a partir de expandir la ENA 2014. Como referencia, el cuadro 1 incluye también una estimación del VBP agropecuario a partir de la ENAHO. Es importante resaltar aquí que los datos son razonablemente consistentes, pese a que las definiciones de la población a la que se infiere son algo distintas en las dos encuestas. Aunque es justificado pensar que el grueso de los hogares rurales reportados por la ENAHO representa a la agricultura familiar, una parte de la producción de empresas pequeñas podría estar siendo considerada como producción de un hogar. Por otro lado, la ENA expande —es decir, permite inferir— a la subpoblación de personas naturales que poseen una superficie agrícola con cultivo menor de 50 hectáreas, y podrían existir algunos agricultores familiares que excedan este límite. Cabe notar que esta estimación es similar que la realizada para toda la ENAHO 2014 por Eguren y Pintado (2015), si bien ellos luego optaron por excluir de la definición de agricultura familiar a los hogares rurales con superficie de riego equivalente o superior de 10 hectáreas.

A partir de las estimaciones del VBP agropecuario y de los costos de producción, hemos estimado los ingresos netos agropecuarios en la ENA. Como se mencionó, estos estimados se han utilizado para modelar, en la ENA, la relación entre, por una parte, el ingreso neto agropecuario, y por la otra, las características de la unidad agropecuaria, del conductor del predio y su familia, y del contexto en el que operan. Esta estimación permite luego extrapolar en el CENAGRO quiénes pertenecen a cada uno de los grupos identificados en la tipología, utilizando para ello los puntos de corte establecidos.

**Cuadro 1**  
**Estimaciones del VBP agropecuario del 2014 atribuibles**  
**a familias u hogares (en millones de soles corrientes)**

I. ENAHO 2014				
	Total	Error estándar	Intervalo al 95%	
VBP agrícola	12 221	641	8464	15 878
VBP pecuario	4934	752	3459	6409
VBP agropecuario	17 155	1018	14 158	20 152
II. ENA 2014				
	Total	Error estándar	Intervalo al 95%	
VBP agrícola	15 777	1077	13 665	17 888
VBP pecuario	3993	247	3509	4478
VBP agropecuario	19 770	1121	17 570	21 969

Fuente: ENAHO 2014 y ENA 2014. Elaboración propia.

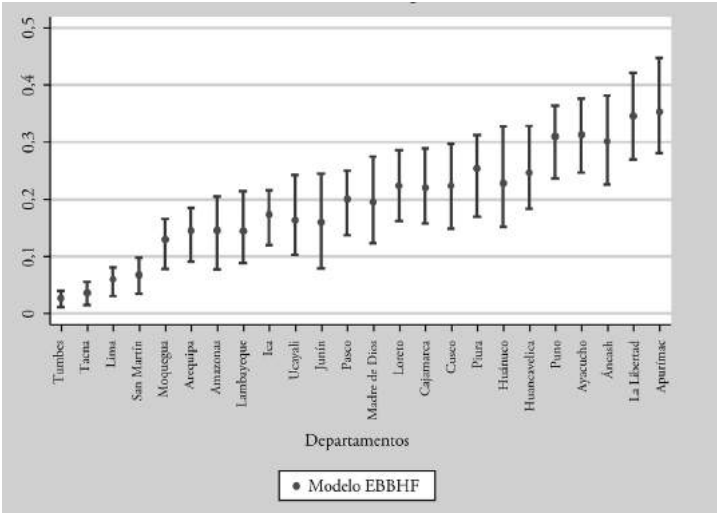
#### 4.1. Predicción censal

Los modelos estimados para el modelo SAE a nivel individual para la costa, sierra y selva aparecen en el anexo 2. Una vez estimados estos modelos, se procede a generar una predicción extrapolando la estimación a todas las observaciones de la población en el CENAGRO. A partir de la estimación de la probabilidad de generar ingresos netos positivos y el valor esperado de los ingresos netos para cada unidad agropecuaria, se puede estimar el porcentaje de productores que no alcanzan a tener ingresos netos positivos y el porcentaje de unidades agropecuarias que se ubican en cada una de las categorías identificadas.

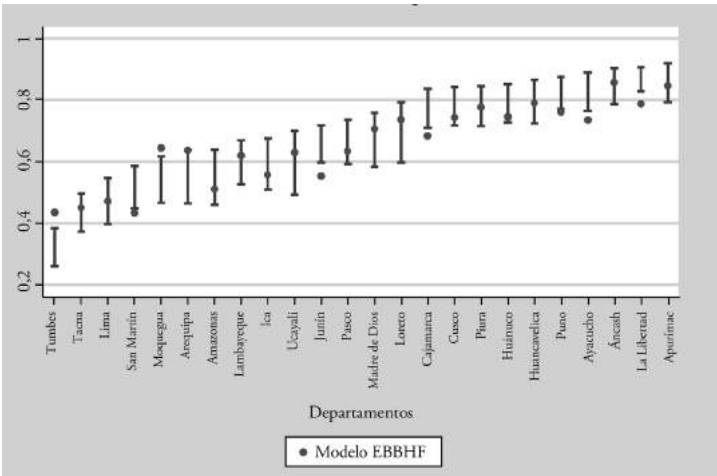
La calidad de la predicción de los modelos SAE a nivel de unidad agropecuaria es buena, tal como lo indican los bajos errores de predicción a nivel departamental (anexo 3). Como se observa en los gráficos 1 al 3, para la mayor parte de los departamentos, las predicciones se ubican dentro de los intervalos de confianza de la ENA.



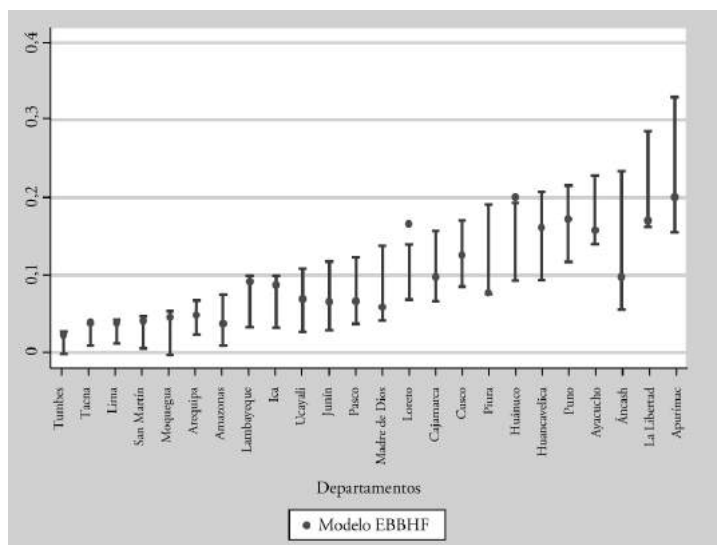
**Gráfico 1**  
**Calidad de la predicción: agricultores con ingresos netos negativos**  
**(modelo ebBHF a nivel provincial)**



**Gráfico 2**  
**Calidad de la predicción: importancia de la agricultura de subsistencia**  
**(modelo ebBHF a nivel provincial)**



**Gráfico 3**  
**Calidad de la predicción: importancia de la agricultura consolidada**  
**(modelo ebBHF a nivel provincial)**



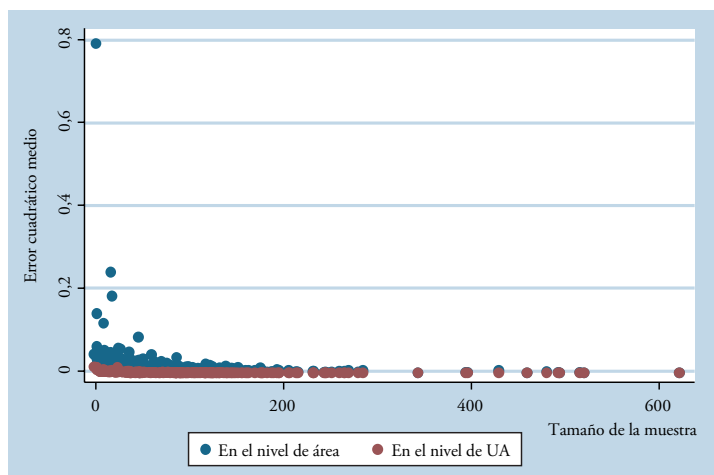
Para evaluar si las predicciones obtenidas del modelo SAE estimado a nivel de las unidades agropecuarias son superiores que las predicciones basadas en el modelo SAE de áreas, conviene comparar los errores cuadráticos de ambas estimaciones. Los gráficos 4 al 6 muestran los errores cuadráticos medios (ECM) de ambos modelos, para cada tipo de productor, ordenados según el tamaño de cada provincia.

Es importante notar aquí que en las estimaciones para los cuatro tipos de productores, los ECM del modelo a nivel de unidades agropecuarias son casi siempre menores que los ECM del modelo a nivel de áreas (EBLUPFH). En las estimaciones para la agricultura familiar de subsistencia, para la agricultura en transición II y para la agricultura consolidada, más del 80% de las estimaciones provinciales favorecen el modelo a nivel de unidad agropecuaria; en cambio, en el modelo para la agricultura en transición I, el modelo de unidad agropecuaria tiene menores ECM para cerca del 60% de las estimaciones provinciales. Debido a los menores ECM obtenidos

sistemáticamente en el modelo de unidades agropecuarias, se optó por usar este para obtener los estimados SAE.

**Gráfico 4**

**Error cuadrático medio: modelo 1 - agricultor familiar de subsistencia**



**Gráfico 5**

**Error cuadrático medio: modelo 2 - agricultor familiar en transición I**

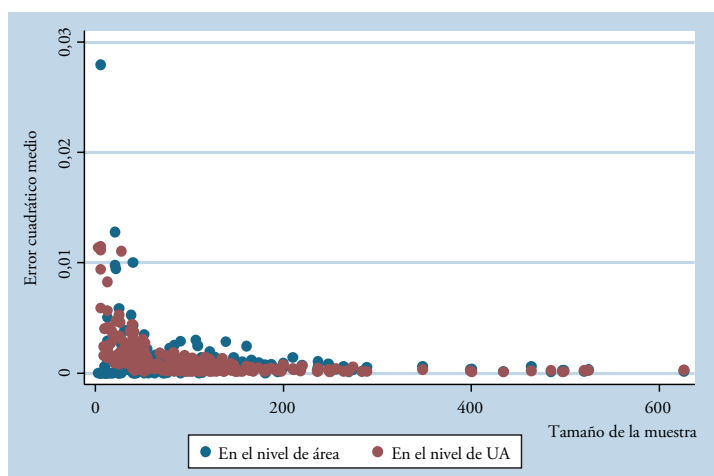


Gráfico 6

Error cuadrático medio: modelo 3 - agricultor familiar en transición II

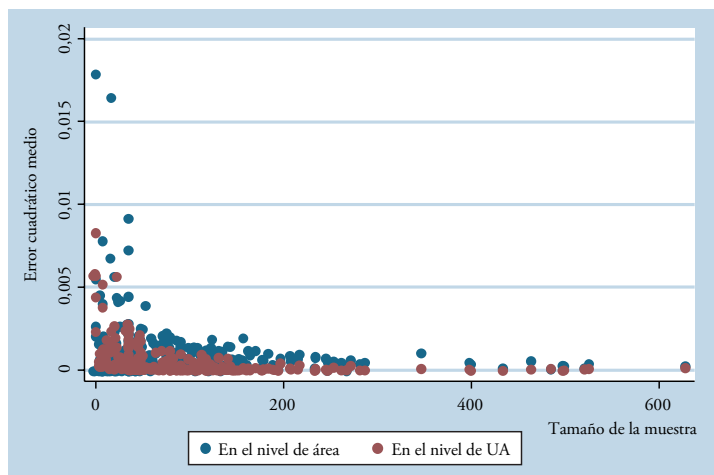
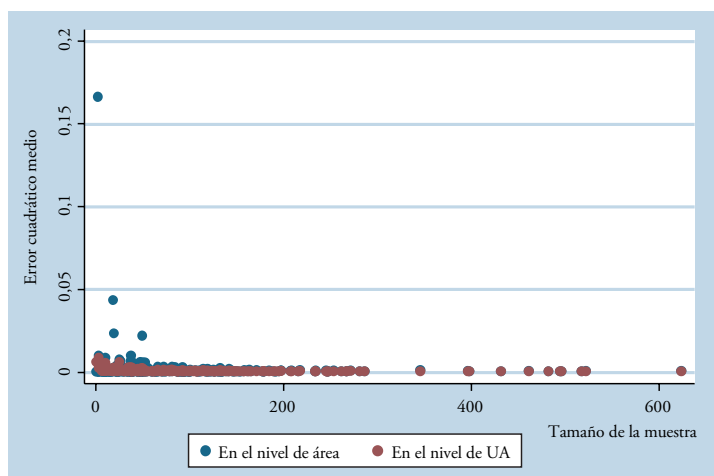


Gráfico 7

Error cuadrático medio: modelo 4 - agricultor familiar consolidado



Como es común en la literatura de estimación de áreas pequeñas, es importante identificar el nivel de agregación óptimo por debajo del cual las estimaciones realizadas son poco confiables. En estricto, la combinación de

la información censal y la información de la ENA permite hacer estimados a nivel de sector de empadronamiento agropecuario (SEA), conglomerados —es decir, agregación de varios SEA—, distritos, provincias o cualquier otra agregación geográfica que se desee. Sin embargo, se sabe que cuanto menor es el número de observaciones que presenta la agregación geográfica, menor será el nivel de precisión con que se estima el indicador de interés.

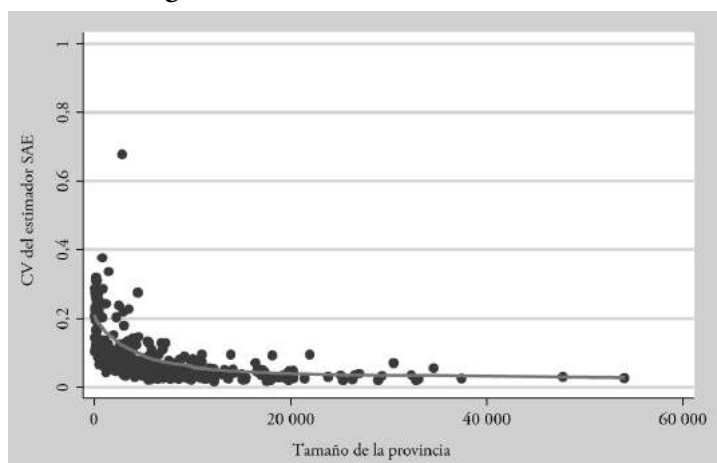
Para decidir cuál es el nivel razonable de desagregación al que se pueden reportar las predicciones, conviene comparar los coeficientes de variabilidad de los estimados en distintos niveles de agregación geográfica; en este caso, a nivel provincial y distrital. Coeficientes de variabilidad muy altos —digamos por encima del 50%— reflejan que los estimadores obtenidos son poco precisos y no merecen mayor confianza. Por el contrario, coeficientes de variabilidad bien bajos —digamos menores del 10%— indican que los estimados son razonablemente precisos.

A manera de ejemplo, para la categoría más numerosa —la de agricultura de subsistencia—, los gráficos 8 y 9 muestran los coeficientes de variabilidad de las estimaciones realizadas a nivel provincial y distrital, respectivamente. Aquí es evidente que, para ambos grupos de estimaciones, las predicciones son más precisas en la medida en que el tamaño poblacional que se busca inferir es más grande.

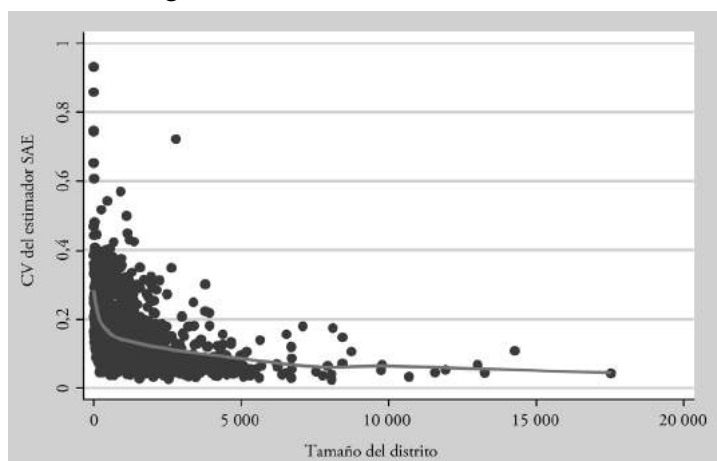
La comparación de ambos gráficos muestra también que los coeficientes de variabilidad de los estimados provinciales son sustantivamente menores que los coeficientes de variabilidad de los estimados distritales. Por ejemplo, mientras que solo el 6,2% de las estimaciones provinciales presentan coeficientes de variabilidad superiores del 25% y el 85% de las estimaciones tienen coeficientes de variabilidad inferiores del 15%, las estimaciones distritales muestran coeficientes de variabilidad bastante mayores: el 58% de estas presentan coeficientes de variabilidad mayores del 15%, y 14% tienen coeficientes de variabilidad superiores del 25%. Debido a la menor precisión identificada en las estimaciones distritales, en esta versión de la predicción hemos limitado la estimación de la tipología al nivel de agregación provincial. Cabe anotar que cuando se incluya información complementaria

de la Encuesta Rural Provincial, elaborada por el INEI también en el 2014, será posible mejorar las estimaciones e incrementar el nivel de precisión de las predicciones distritales.

**Gráfico 8**  
**Coefficiente de variabilidad de los estimados provinciales (ebBHF)**  
**(agricultura familiar de subsistencia)**



**Gráfico 9**  
**Coefficiente de variabilidad de los estimados distritales (ebBHF)**  
**(agricultura familiar de subsistencia)**



## 4.2. Una primera estimación de la tipología para la pequeña y mediana agricultura familiar

En primer lugar, el cuadro 2 muestra que el 73% de la agricultura familiar es de subsistencia y solo el 7% puede ser considerada agricultura familiar consolidada. El resto de productores familiares (20%) se divide casi por igual entre quienes están algo por encima y algo por debajo de la línea de pobreza, lo que hace evidente su vulnerabilidad.

Por otro lado, el cuadro 2 muestra también las características de cada tipo de agricultura familiar. Aquí es evidente, por ejemplo, que los agricultores familiares consolidados tienen, en promedio cuatro años de edad más que los agricultores familiares de subsistencia, lo que podría estar asociado a un proceso de acumulación vinculado al ciclo de vida. Los agricultores familiares consolidados muestran también, como era de esperar, mayores niveles de educación, mayores niveles de tecnificación de sus parcelas, mayor seguridad de tenencia, mayor acceso a asistencia técnica y a crédito, y mayor presencia de ganado mejorado.

**Cuadro 2**

**Principales características de los tipos de agricultura familiar identificados**

Indicadores	Tipos de productores				Total
	Agricultor familiar de subsistencia	Agricultor familiar en transición I	Agricultor familiar en transición II	Agricultor familiar consolidado	
Distribución de la agricultura familiar	72,9%	9,6%	10,5%	7,0%	100,0%
Edad promedio del conductor de la unidad agropecuaria (UA)	50,7	51,0	52,3	54,9	51,2
Porcentaje de conductores de UA cuya lengua materna es indígena	47%	43%	31%	20%	43%
Porcentaje de mujeres conductoras de la UA	30%	23%	20%	18%	27%
Porcentaje de conductores de UA que cuentan con educación primaria incompleta o menos	45%	38%	34%	28%	42%
Porcentaje de conductores que cuentan con educación secundaria completa o más	21%	22%	27%	39%	23%
Porcentaje de conductores que cuentan con educación superior incompleta o más	6%	7%	9%	15%	7%
Número de miembros de la familia que trabajan en la UA	2,2	1,9	1,7	1,1	2,1

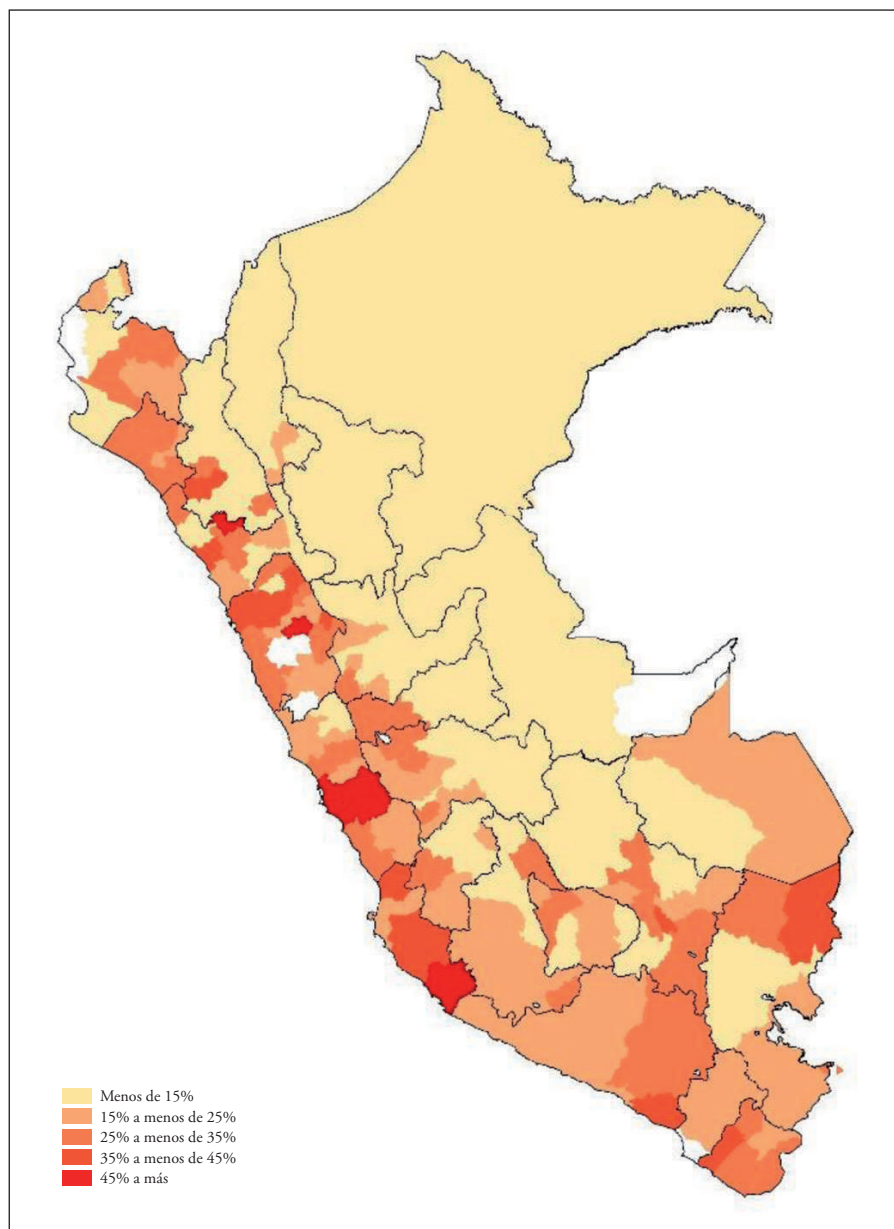
Indicadores	Tipos de productores				
	Agricultor familiar de subsistencia	Agricultor familiar en transición I	Agricultor familiar en transición II	Agricultor familiar consolidado	Total
Porcentaje de UA que cuentan con riego tecnificado	4%	3%	4%	8%	4%
Porcentaje de productores que se mantienen informados sobre sus actividades agrícolas	9%	12%	14%	17%	10%
Porcentaje de productores que recibieron el crédito que solicitaron	11%	16%	21%	26%	13%
Porcentaje de productores que poseen animales de raza (vacunos, ovinos o porcinos)	17%	28%	30%	36%	21%
Porcentaje de productores que recibieron capacitación o asistencia técnica	1%	3%	4%	8%	2%
Porcentaje de la superficie total inscrita en Registros Públicos	15%	17%	25%	35%	18%
Porcentaje del VBP agropecuario destinado al autoconsumo	37%	18%	12%	7%	30%
Porcentaje del VBP agropecuario destinado a ventas	46%	66%	72%	76%	53%
Porcentaje del VBP agropecuario destinado a otros destinos	17%	16%	16%	17%	16%
<b>Valor de los activos productivos en ENA 2014 (a precios del 2012, nuevos soles)</b>					
Valor de los animales mayores	516,9	573,8	563,4	500,2	526,0
Valor de los animales menores	20,1	24,5	23,3	21,1	20,9
Valor de los auquénidos	8,0	10,5	6,2	5,0	7,9
Valor de la tierra	8237,2	15 028,0	23 298,8	61 760,1	15 163,3
Valor agregado de todos los activos	8804,0	15 621,6	23 874,8	62 264,9	15 729,0

Adicionalmente, el cuadro 2 muestra con claridad las diferencias en las capacidades de acumulación de activos productivos de los distintos tipos de agricultura familiar identificados. Por último, al evaluar el peso del autoconsumo y la venta al mercado en el valor de la producción, se observa con nitidez que el peso del autoconsumo se reduce significativamente cuando se pasa de la agricultura de subsistencia a la agricultura en transición y a la agricultura familiar consolidada. En este último segmento, apenas 7% del VBP está asociado al autoconsumo, mientras que el peso de la producción para el mercado alcanza el 76%.

En el anexo 4 se presentan las estimaciones de la tipología a nivel provincial. Por su parte, el mapa 1 muestra dónde se ubica la mayor concentración de unidades agrarias con ingresos netos negativos, mientras que los mapas 2 al 5 exponen el peso relativo de cada uno de los cuatro grupos identificados en la tipología de agricultura familiar en cada provincia del país.



**Mapa 1**  
**Provincias con alta incidencia de unidades agropecuarias**  
**con ingreso neto agropecuario negativo**



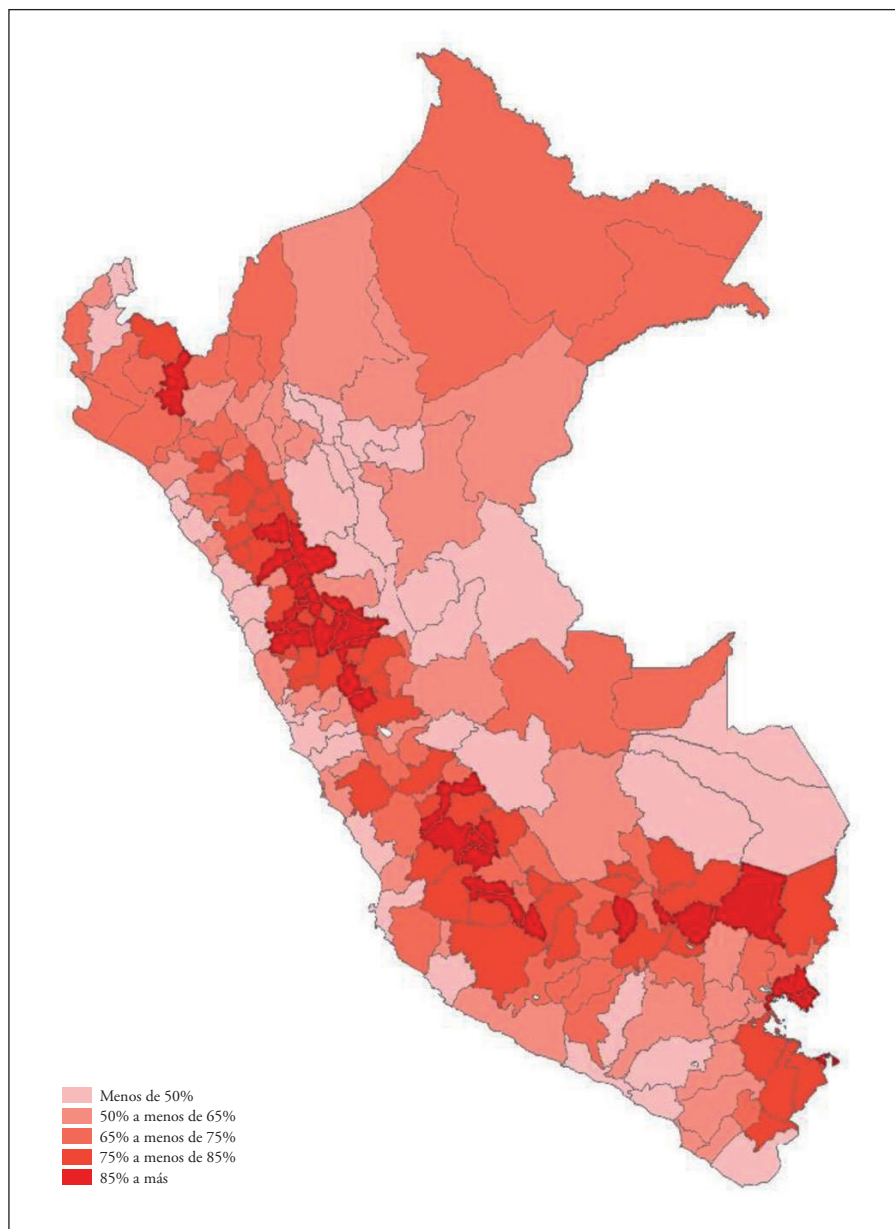
El mapa 1 muestra que la mayor concentración de unidades agropecuarias con ingresos netos negativos se ubica en la costa, especialmente en los valles de la costa centro y sur. También se registran algunos espacios con alta prevalencia de unidades agropecuarias familiares con ingresos netos negativos en la sierra de La Libertad, la sierra central (Áncash y la sierra de Lima) y en la selva de Puno (Sandia). No sería de extrañar que una parte importante de estos productores complementen sus ingresos con actividades mineras.

De acuerdo con las estimaciones de la ENA, uno de cada cinco agricultores familiares tiene ingresos netos negativos; ellos representan el 27% del grupo considerado como agricultura de subsistencia. Cabe notar que en la medida en que en el cálculo de los ingresos netos no se incluye ni el alquiler imputado de la tierra ni el costo de oportunidad de la mano de obra familiar, es obvio que la sobrevivencia de este grupo de productores no pasa por la agricultura; muchos de estos productores podrían, incluso, no ser considerados como agricultores familiares sino como jefes de hogares rurales pobres con alguna actividad agropecuaria. Este es un tema crítico que requiere ser analizado en una siguiente estimación, para no sobrestimar el tamaño real de la agricultura familiar de subsistencia.

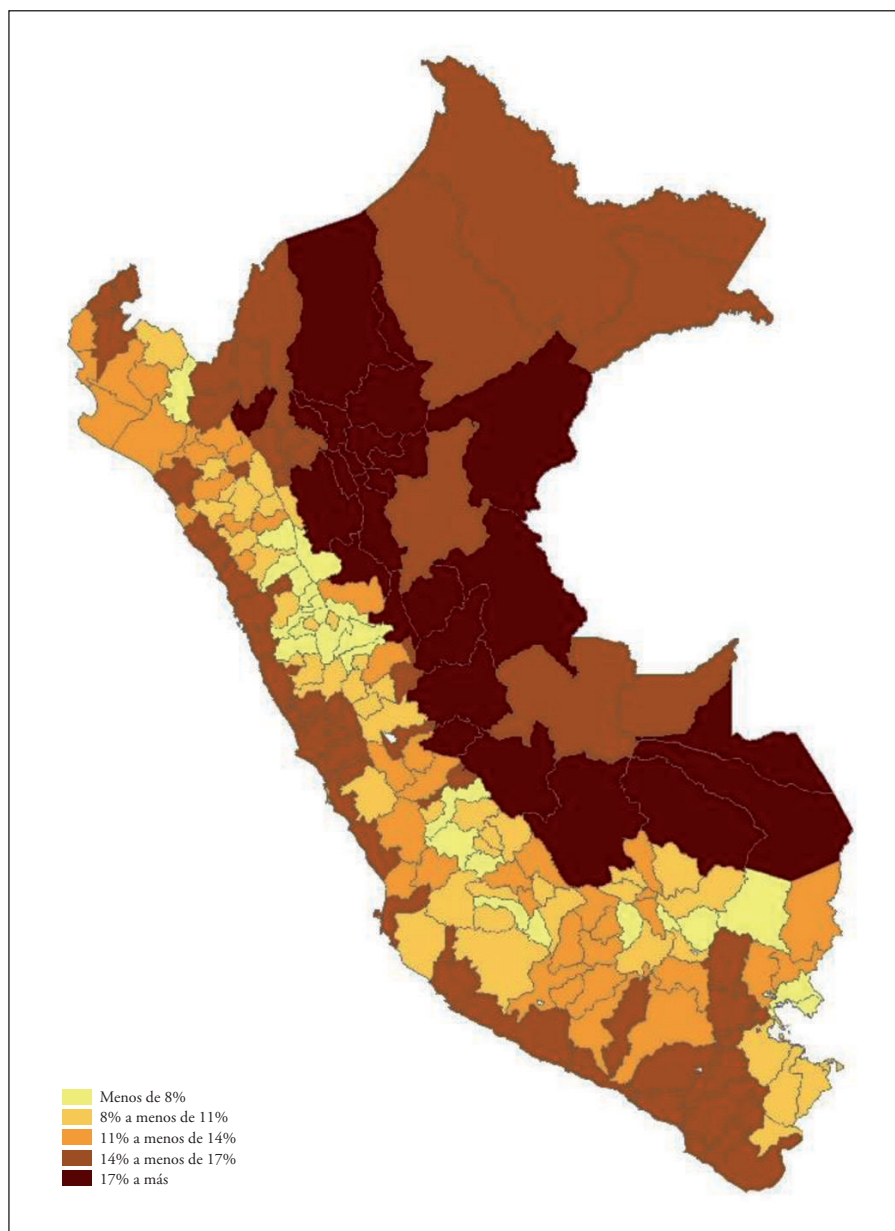
Por otro lado, el mapa 2 muestra las provincias donde existe una alta concentración de unidades agropecuarias familiares cuyos ingresos netos agropecuarios no permiten reproducir su fuerza de trabajo familiar. Aquí por definición están aquellos productores que obtienen ingresos netos negativos y aquellos que cuentan con ingresos netos positivos, pero cuyo nivel es insuficiente. En el mapa se marca nítidamente el grueso de la sierra, aunque también se identifican concentraciones de agricultura de subsistencia en otros espacios, como la costa de Piura, la región Amazonas e inclusive la provincia de Ica. Otra vez en este grupo se ubican productores que, como estrategia de sobrevivencia, han diversificado sus fuentes de ingreso fuera de la agricultura, lo que puede incluir asalariamiento y actividades agrícolas —probablemente esto ocurre en Ica y Piura—, o empleo en otras actividades, como la minería.

Por su parte, los mapas 3 y 4 muestran cómo se despliegan las unidades agrícolas familiares en transición. Nótese que aquellas que generan ingresos

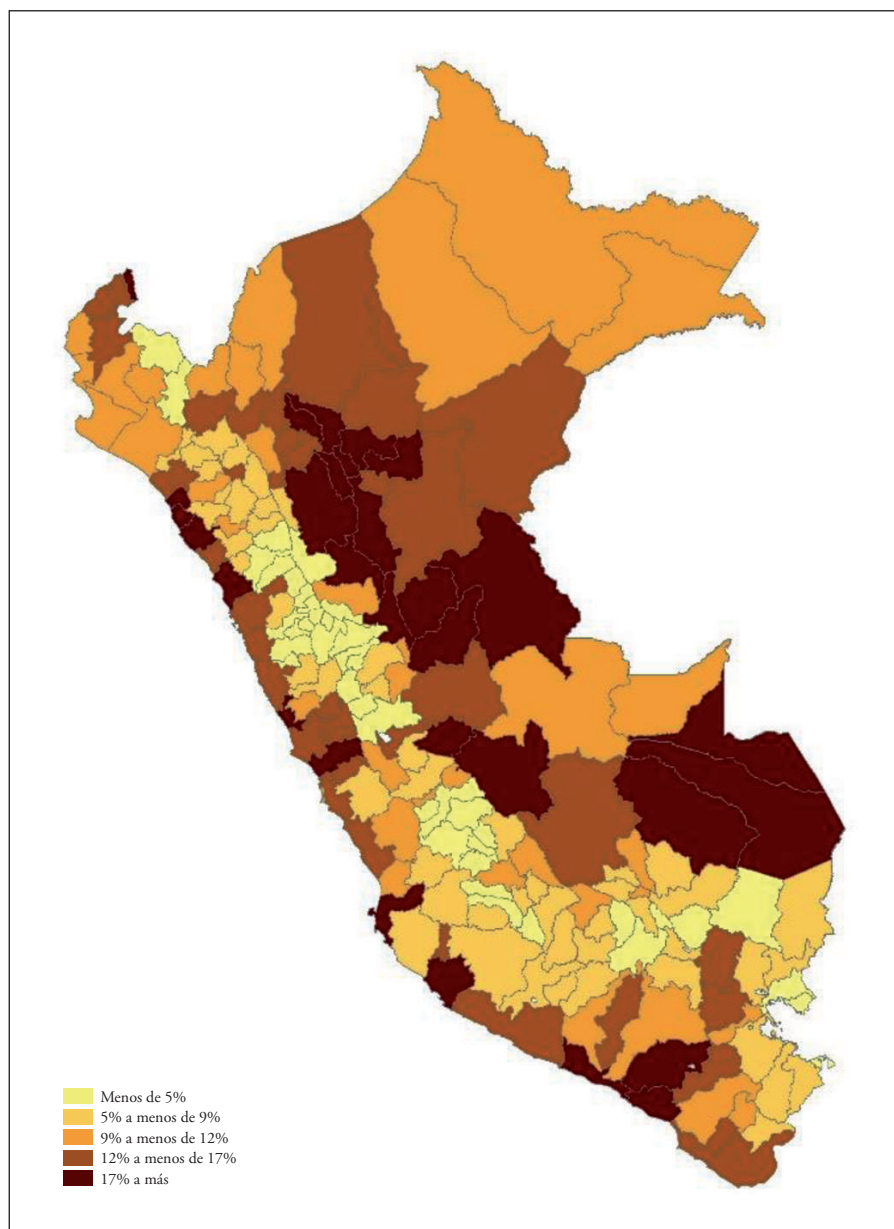
**Mapa 2**  
**Provincias con alta incidencia de unidades agropecuarias**  
**con agricultura de subsistencia**



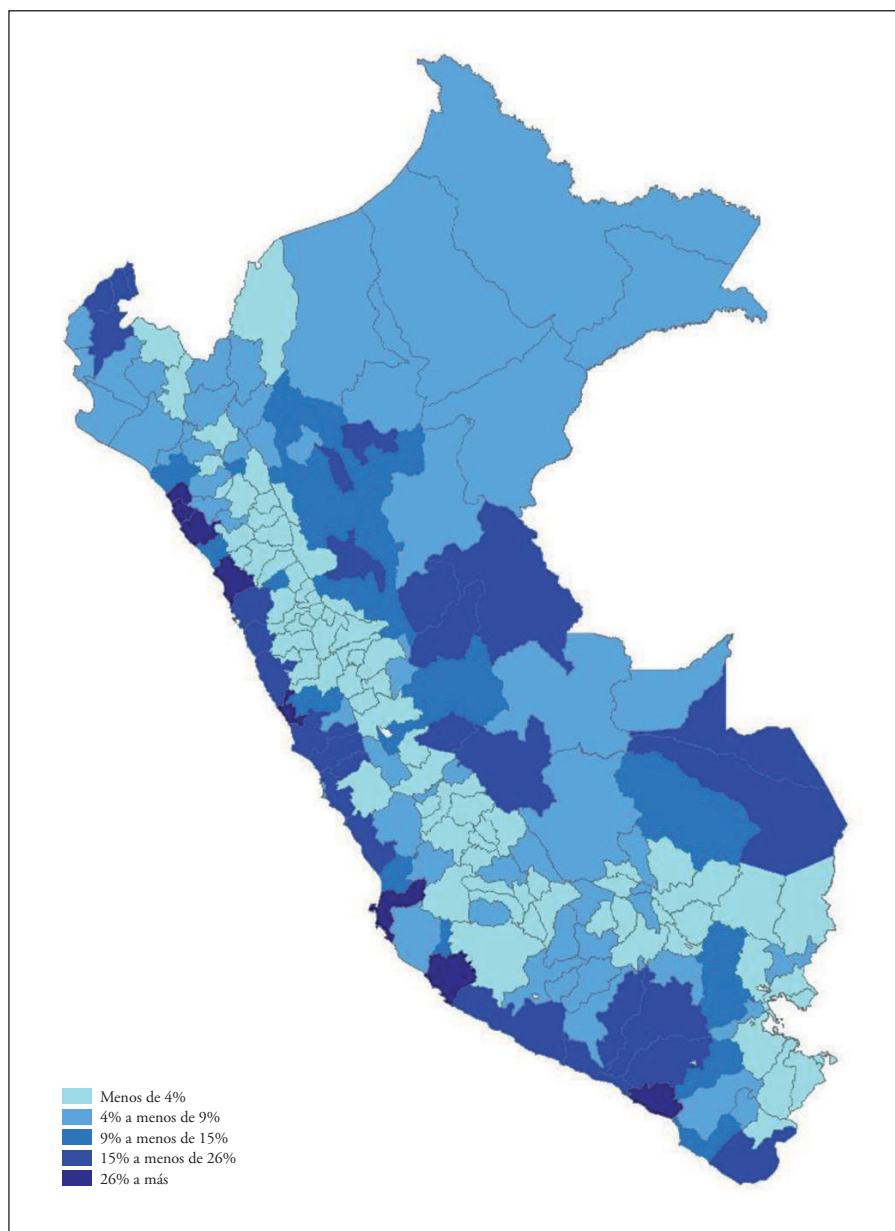
**Mapa 3**  
**Provincias con alta incidencia de unidades agropecuarias**  
**con agricultura en transición I**



**Mapa 4**  
**Provincias con alta incidencia de unidades agropecuarias**  
**con agricultura en transición II**



**Mapa 5**  
**Provincias con alta incidencia de unidades agrícolas**  
**con agricultura consolidada**



por debajo de la línea de pobreza (mapa 3) tienden a tener mayor presencia en la selva, mientras que aquellas que generan ingresos por encima de la línea de pobreza (mapa 4) tienden a ubicarse a lo largo de la costa central y la costa sur, así como en los espacios de selva alta —donde predominan los cultivos de café, cacao y, eventualmente, las plantaciones cocaleras— y en el departamento de Madre de Dios.

Finalmente, el mapa 5 muestra dónde hay una alta prevalencia de agricultura familiar consolidada. Aquí domina la presencia de la costa central, los valles interandinos de Arequipa, la zona cafetalera de San Martín, algunas provincias del departamento de Huánuco, y las provincias de Tambopata y Tahuamanu en el departamento de Madre de Dios. Nótese que en muy pocas provincias de la sierra, salvo en la región Arequipa, se presenta una concentración importante de agricultores familiares consolidados.

#### 4.3. Tipología y grado de articulación a los mercados

Es común escuchar que en la agricultura de subsistencia domina el autoconsumo y que este tipo de productores casi no tienen vinculación con los mercados de productos o factores.

**Cuadro 3**  
**Vínculos con el mercado de productos según tipo**  
**de agricultura familiar (%)**

	Agricultura familiar de subsistencia	Agricultura familiar en transición I	Agricultura familiar en transición II	Agricultura familiar consolidada	Total
VBP destinado al autoconsumo	37,4	18,0	11,5	6,6	30,3
VBP destinado a la venta	46,1	65,7	72,3	76,3	53,3
VBP destinado a otros destinos	16,4	16,3	16,2	17,0	16,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: ENA 2014. Estimados propios.

El cuadro 3 muestra el peso relativo de los distintos destinos de la producción agropecuaria para cada uno de los cuatro segmentos de



agricultura familiar identificados en este trabajo. En primer lugar, aquí se hace evidente que aunque la agricultura de subsistencia destina una parte significativa de su producción al autoconsumo (37%), una proporción aún mayor (46%) es dirigida a los mercados. Este hallazgo es importante, pues sugiere que aun en el caso de los agricultores de subsistencia, las vinculaciones con los mercados son centrales.

Utilizando el mismo marco metodológico propuesto en la sección 2 es posible estimar la relación existente entre, por una parte, las características de las unidades agropecuarias y de sus conductores, y por la otra, el contexto en el que operan, para combinar la información de la ENA 2014 y el CENAGRO 2012 con el fin de calcular, a nivel provincial, el peso de la producción destinada al mercado y al autoconsumo.

Estimando un modelo SAE de unidades agropecuarias similar al planteado en la ecuación (1) y un modelo SAE a nivel de áreas pequeñas similar al planteado en la ecuación (2), es posible calcular estos indicadores a nivel provincial.<sup>8</sup> En el anexo 4 se presentan las estimaciones provinciales, mientras que en el anexo 5, los modelos estimados. A diferencia de la estimación de la tipología, los resultados de los errores cuadráticos medios de ambos modelos privilegiaron el modelo a nivel de áreas en lugar del modelo a nivel de unidades agropecuarias.

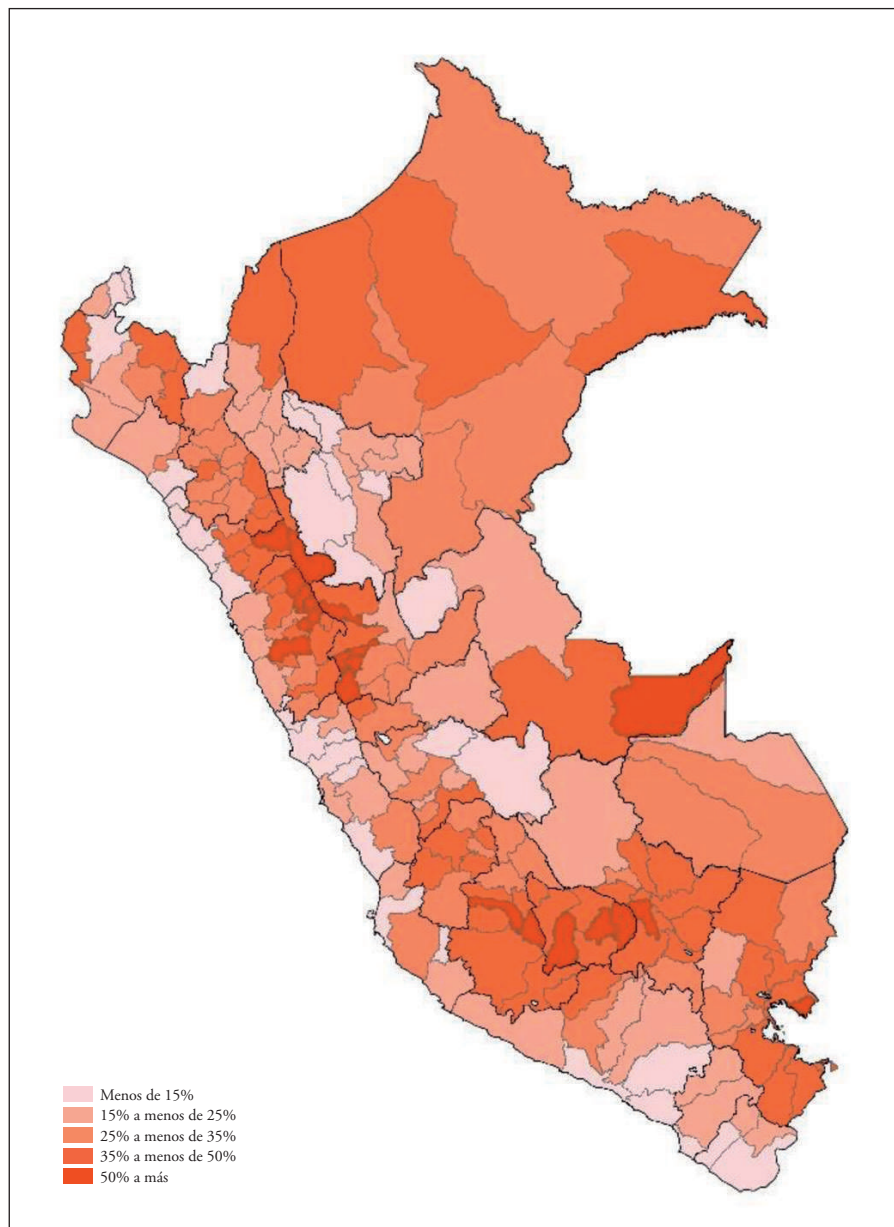
El mapa 6 presenta los estimados provinciales de la importancia del autoconsumo en el VBP agropecuario; y el mapa 7, los estimados provinciales de la importancia de la producción para la venta en el VBP agropecuario. Aquí se puede observar que el peso del autoconsumo es más importante en la sierra y la selva que en la costa, pero que existen notorias heterogeneidades intrarregionales. En San Martín y en la parte oriental del departamento de Junín (Satipo, Chanchamayo) el peso del autoconsumo es bajo. De manera complementaria, el mapa 7 muestra que el peso de la producción orientada a la venta es muy alto en toda la costa, pero también lo es en los espacios de sierra y selva anteriormente mencionados.

---

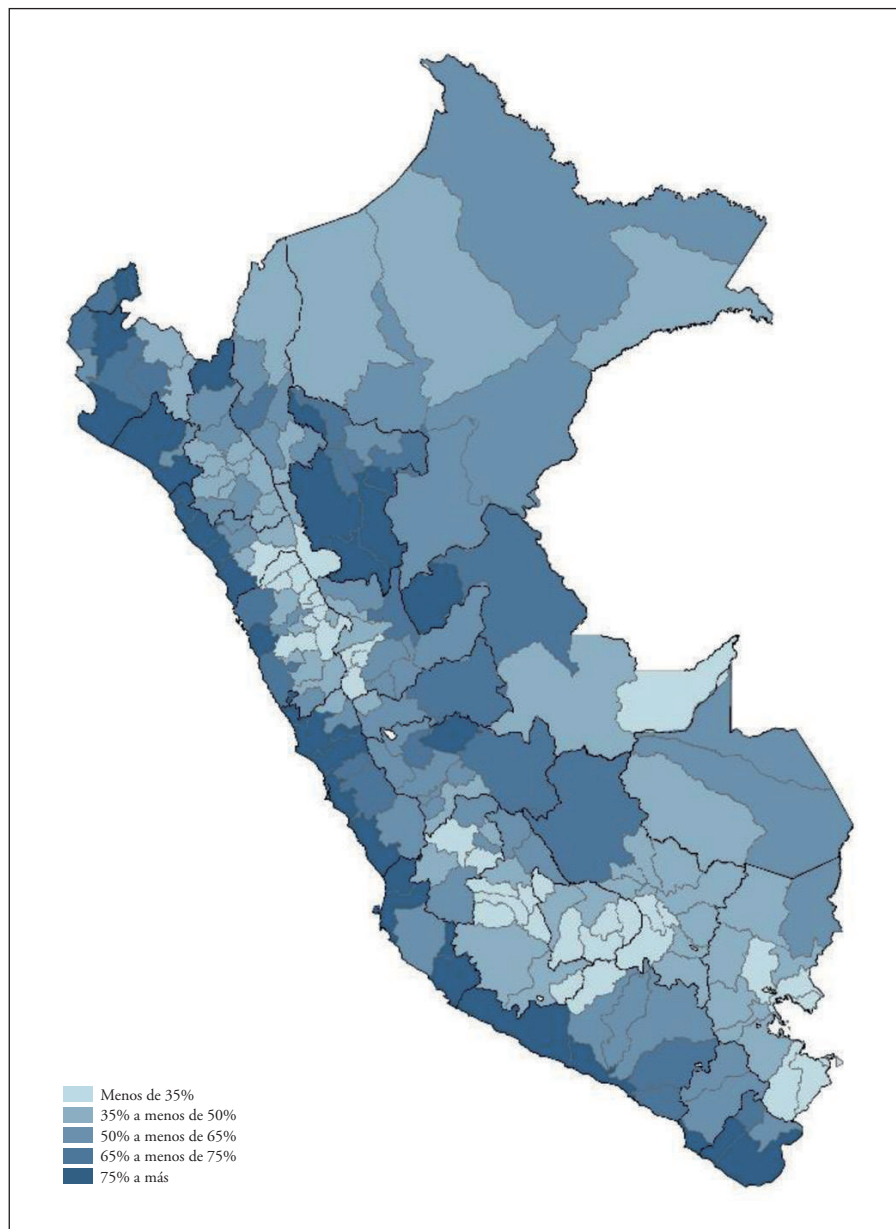
8 En este caso, el modelo SAE a nivel de áreas mostró menores errores cuadráticos medios que el modelo SAE a nivel de unidades agropecuarias.



**Mapa 6**  
**Provincias con alto porcentaje de VBP destinado al autoconsumo**



**Mapa 7**  
**Provincias con alto porcentaje de VBP destinado a la venta**



## 5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y AGENDA DE INVESTIGACIÓN

Según este estudio, la *pequeña y mediana agricultura familiar* se define operativamente como aquella cuyas unidades agropecuarias son dirigidas por personas naturales que cuentan con una superficie agrícola con cultivo menor o igual que 50 hectáreas. Por su parte, la *agricultura familiar de subsistencia* se define como el segmento de la pequeña agricultura familiar cuyos integrantes carecen de suficiente tierra, ganado o infraestructura productiva como para generar ingresos —monetarios o no monetarios— que les permitan cubrir la canasta básica de alimentos de su hogar, dado el contexto en el que operan.

En la medida en que los ingresos netos agropecuarios permitan algún grado de acumulación —definida aquí como la situación en la que la probabilidad de caer en pobreza es menor del 10%—, estaríamos en un contexto en el que el agricultor puede ser razonablemente considerado como un agricultor familiar consolidado. Entre estos dos extremos, hemos identificado dos grupos adicionales, denominados *agricultura familiar en transición*, que se distinguen entre sí por el nivel de sus ingresos netos (si superan o no la línea de pobreza total).

A partir de estas definiciones operativas, es posible estimar, usando la ENA, que el 73% de la agricultura familiar es de subsistencia, y solo el 7% puede ser considerada agricultura familiar consolidada. El resto de productores familiares (20%) se divide casi por igual entre quienes están algo por encima y algo por debajo de la línea de pobreza, lo que hace evidente su nivel de vulnerabilidad. Estos datos contrastan con lo mencionado en la Estrategia Nacional de Agricultura Familiar 2015-2021 (Ministerio de Agricultura y Riego 2015), donde se sugiere que el 97% de las unidades agropecuarias son de agricultura familiar.

Respecto a este resultado, es importante insistir en la necesidad de ser cautelosos para no sobredimensionar el tamaño de la agricultura familiar de subsistencia, debido a que existe la posibilidad de que algunas de las unidades agropecuarias que aparecen en este segmento no estén dirigidas realmente por agricultores familiares, en la medida en que una parte sustantiva de sus ingresos provengan de otras fuentes distintas de la agricultura.

De manera complementaria, el estudio ha calculado la importancia relativa de la producción destinada al autoconsumo y de la producción destinada al mercado, y ha combinado la información del CENAGRO y la ENA para hacer estimaciones de estos indicadores a nivel provincial. Los estimados obtenidos sugieren que aunque, como era de esperar, el peso del autoconsumo es importante en el segmento de la agricultura familiar de subsistencia, el de la producción cuyo destino es la venta en el mercado no es para nada marginal.

Este estudio muestra que la metodología de estimación de áreas pequeñas (SAE) puede ser un instrumento muy útil para calcular indicadores claves de la actividad agropecuaria en niveles de agregación —provincias y eventualmente distritos— que por lo común no es posible alcanzar cuando solo se usan encuestas basadas en muestras relativamente pequeñas y con capacidad de inferencia limitada (nacional o regional).

Sin embargo, todavía hay tareas que se pueden realizar con el fin de mejorar la precisión estadística de estos y otros indicadores de interés. Tanto en las estimaciones realizadas como en la metodología propuesta, hay varias líneas de acción que es conveniente desarrollar.

Por un lado, se debe mejorar la modelación de la estructura heterocedástica multinivel de los errores del modelo estimado. Esta línea de trabajo debe incluir la modelación de errores espacialmente correlacionados que den cuenta de la omisión de variables claves que comparten este patrón. Los modelos multinivel estimados incorporan efectos aleatorios en el ámbito de la unidad de inferencia deseada —en este caso, provincia—, pero no incorporan explícitamente la correlación espacial de los errores, que podría reducir el sesgo y mejorar la precisión de los indicadores. Aunque el modelo

contemplado incluye variables de contexto distrital, el hecho de que existan variables no observables, distritales o provinciales, que están correlacionadas espacialmente podría ser incorporado en el análisis.

Por otro lado, nuestro interés en este estudio ha sido utilizar una tipología basada en un modelo conceptual insertado en el marco de una tipología operativa que reconozca los distintos tipos de variables: estructurales, de contexto, de estrategia y de resultado. Para avanzar en esta línea de investigación, conviene explorar la construcción de un modelo de clase latente que defina los tipos de productores —variable no observada— sobre la base de las variables estructurales y de contexto, pero que reconozca al mismo tiempo que, dependiendo de qué tipo de productor es —con qué estructura y en qué contexto opera—, defina sus estrategias —tipo y grado de vinculación con los mercados de productos y factores— y los resultados que estas generan.

Finalmente, aunque la discusión de políticas es un poco prematura, en la medida en que se requiere analizar tanto la heterogeneidad de cada segmento identificado como las relaciones existentes entre acceso a bienes y servicios públicos, las dotaciones de otros activos relevantes —capital humano, financiero, social, cultural y natural— y las estrategias llevadas a cabo por cada tipo de productor, la literatura reconoce que el tipo de políticas es distinto de acuerdo con los segmentos que hemos identificado. En el caso de la agricultura de subsistencia, por ejemplo, las estrategias de diversificación de los productores para enfrentar los riesgos y la incertidumbre que forman parte de su actividad de generación de ingresos, e incluso sus estrategias de salida de la agricultura —a partir de mejorar las condiciones de quienes optan o se ven forzados al asalariamiento o la migración—, son líneas de trabajo que se pueden explorar sobre la base de las estimaciones realizadas en este estudio. En el caso de la agricultura familiar en transición tipo II, sería interesante evaluar qué rasgos la diferencian de la agricultura familiar consolidada, y utilizar ese contraste para identificar espacios de política pública.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Battese, George E.; Rachel M. Harter y Wayne A. Fuller (1988). An error-components model for prediction of county crop areas using survey and satellite data. *Journal of the American Statistical Association*, 83(401), 28-36.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (1981). *Economía campesina y agricultura tradicional: tipología de productores del agro mexicano*. México DF: CEPAL.
- De los Ríos, Carlos (2009). *Consultoría para el asesoramiento y desarrollo del Programa Estratégico en Productividad Rural en el Sector Agricultura*. Lima: Unidad de Coordinación de Préstamos Sectoriales (UCPS). Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- Duch Gary, Jorge (1999). Tipologías empíricas de productores agrícolas y tipos ideales en el estudio de la agricultura regional. *Revista de Geografía Agrícola*, 27, 27-38.
- Eguren, Fernando y Miguel Pintado (2015). *Contribución de la agricultura familiar al sector agropecuario en el Perú*. Lima: CEPES.
- Elbers, Chris; Jean O. Lanjouw y Peter Lanjouw (2003). Micro-level estimation of poverty and inequality. *Econometrica*, 71(1), 355-364.
- Escobal, Javier (2014). *Trampas territoriales de pobreza y desigualdad en el Perú*. Serie Documentos de Trabajo, 136. Grupo de trabajo Desarrollo con Cohesión Territorial. Programa Cohesión Territorial para el Desarrollo. Santiago de Chile: RIMISP-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.

- Escobal, Javier (2001). The determinants of nonfarm income diversification in rural Peru. *World Development*, 29(3), 497-508.
- ESSNET (2012). *Report on work package 5: case studies*. Final version-Revision 2. Recuperado de <http://www.cros-portal.eu/sites/default/files/ESSnet%20SAE%20WP5%20Report-final-rev2.pdf>.
- Fay, Robert E. y Roger A. Herriot (1979). Estimates of income for small places: an application of James Stein procedure to census data. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 269-277.
- Haslett, Stephen y Geoffrey Jones (2010). Small-area estimation of poverty: the aid industry standard and its alternatives. *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 52(4), 341-362.
- Heckman, James J. (1979). Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, 47(1), 153-161.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014a). *Encuesta nacional agropecuaria 2014: ficha técnica*. Lima: Dirección Nacional de Censos y Encuestas.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014b). Anexo metodológico. En *Evolución de la pobreza monetaria 2009-2013: informe técnico* (pp. 137-151). Recuperado de [http://www.inei.gob.pe/media/cifras\\_de\\_pobreza/informetecnico.pdf](http://www.inei.gob.pe/media/cifras_de_pobreza/informetecnico.pdf).
- Jaramillo, Fidel y Omar Zambrano (2013). *La clase media en Perú: cuantificación y evolución reciente*. Nota técnica, 550. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- López-Calva, Luis F. y Eduardo Ortiz-Juárez (2011). *A vulnerability approach to the definition of the middle class*. Policy Research Working Paper, 5902. Washington, DC: World Bank.
- Maletta, Héctor (2011). *Tendencias y perspectivas de la agricultura familiar en América Latina*. Documento de trabajo N.º 1. Proyecto Conocimiento



- y Cambio en Pobreza Rural y Desarrollo. Santiago de Chile: RIMISP-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2015). *Estrategia nacional de agricultura familiar 2015-2021*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego. Recuperado de <http://www.minagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2015/13003-decreto-supremo-n-009-2015-minagri>.
- Miranda, Evaristo (1990). Tipificación de pequeños agricultores: ejemplo de la metodología aplicada a los productores de frijol de Itarare, SP, Brasil. En Germán Escobar y Julio Berdegú (Eds.). *Tipificación de sistemas de producción agrícola* (pp. 119-140). Santiago de Chile: RIMISP-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.
- Molina, Isabel y Yolanda Marhuenda (2015). *Package for Small Area Estimation (SAE)*. Recuperado de <http://cran.r-project.org/web/packages/sae/index.html>.
- Murmis, Miguel (1980). *Tipología de pequeños productores campesinos en América Latina*. Documento PROTAAL, 55. Turrialba: IICA.
- Namazi-Rad, Mohammad-Reza y David Steel (2015). What level of statistical model should we use in small area estimation? *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 57(2), 275-298.
- Salcedo, Salomón; Ana Paula de la O y Lya Guzmán (2014). El concepto de agricultura familiar en América Latina y el Caribe. En Salomón Salcedo y Lya Guzmán (Eds.). *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política* (pp. 17-34). Santiago de Chile: FAO.
- Soto Baquero, Fernando; Marcos Rodríguez F. y César Falconi (Eds.) (2007). *Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: FAO. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/AGRO\\_Noticias/docs/politicassafresu.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/politicassafresu.pdf).
- Vermunt, Jeroen K. y Jay Magidson (2002). Latent class cluster analysis. En Jacques. A. Hagenaars y Allan L. McCutcheon (Eds.). *Applied latent class analysis* (pp. 89-106). Cambridge: Cambridge University Press.

Zegarra, Eduardo (2009). *Estudio de población objetivo y sistema de evaluación de impactos del Programa de Compensaciones para la Competitividad Agraria (PCC) del Ministerio de Agricultura* (Informe de consultoría). Manuscrito no publicado, BID, Lima.

### **Anexo 1. Construcción del VBP agropecuario y el ingreso neto**

El VBP agropecuario, así como el gasto agropecuario, se construyeron utilizando la ENA 2014. Esta encuesta fue aplicada por el INEI entre mayo y octubre de ese año, y su marco muestral estuvo constituido por las unidades agropecuarias del IV CENAGRO 2012 conducidas por personas naturales y con menos de 50 hectáreas de superficie cultivada. En total se obtuvieron 26 177 encuestas.

#### ***VBP agropecuario***

Para la construcción del VBP agropecuario, primero se corrigieron los rendimientos de la encuesta que eran o muy altos o muy bajos (pregunta *d* de la sección 2200b). Para identificar estos rendimientos, se calculó la mediana del rendimiento de cada producto agrícola por región natural, y aquellos con más de 5 veces la mediana o menos de 1/5 de la mediana fueron considerados como rendimientos anormales. Una vez identificados estos rendimientos, se volvió a calcular la mediana de cada producto por región natural, excluyendo los rendimientos anormales; y finalmente, se reemplazaron los rendimientos anormales por esta nueva mediana.

Cuando los rendimientos anormales estuvieron corregidos, se reemplazó la producción total de las unidades agropecuarias que presentaban estos rendimientos.<sup>9</sup> Para ello, simplemente se multiplicó el nuevo rendimiento

---

<sup>9</sup> Se trabajó con el supuesto de que los rendimientos anormales se debían a errores en la producción y no en la superficie.

por la superficie cosechada. Por último, se calculó cuánto de esta nueva cantidad se dirigía a cada uno de los destinos (pregunta 200, sección 200b); este cálculo se obtuvo respetando la proporción que tenía cada destino con la producción anterior y multiplicando esta proporción por la nueva cantidad.

A continuación, se construyó un *set* de precios único por producto, para lo cual se calculó la media del precio por producto, se eliminaron los precios que se encontraban a más/menos dos desviaciones estándar de la media y se procedió a calcular la mediana del precio. Esta mediana fue el precio que se utilizó por producto.

El VBP por destino se calculó multiplicando la cantidad de cada uno de los destinos por el precio correspondiente. Una vez calculado el VBP por destino, se sumaron todos los destinos para obtener el VBP total.

Este procedimiento se siguió para los módulos agrícola, de subproductos agrícolas, de subproductos pecuarios y de derivados pecuarios. En el módulo de producción pecuaria, que difiere de los anteriores, el VBP se calculó de manera distinta: en vez de utilizar los destinos de la producción, para el cálculo se utilizaron las reducciones de *stock* (pregunta 403 b), excluyendo las reducciones por muertes.

Por último, el VBP agropecuario se calculó de la siguiente manera:

$$\text{vbp\_agropecuario} = \text{vbp\_agr} + \text{vbp\_subagr} + \text{vbp\_pec} + \text{vbp\_subpec} + \text{vbp\_derpec} - \text{vbp\_agr\_derivados} - \text{vbp\_pec\_derivados} - \text{vbp\_subpec\_derivados}$$

Donde:

Vbp_agropecuario:	Valor bruto de la producción agropecuaria total
Vbp_agr:	Valor bruto de la producción agrícola total
Vbp_subagr:	Valor bruto de la producción subagrícola y de derivados agrícolas total
Vbp_pec:	Valor bruto de la producción pecuaria total
Vbp_subpec:	Valor bruto de la producción subpecuaria total
Vbp_derpec:	Valor bruto de la producción de derivados pecuarios total

Vbp_agr_derivados:	Valor bruto de la producción agrícola destinada a subproductos y derivados
Vbp_pec_derivados:	Valor bruto de la producción pecuaria destinada a derivados
Vbp_subpec_derivados:	Valor bruto de la producción de subproductos pecuarios destinada a derivados

Cabe anotar que en este cálculo se restan los VBP destinados a derivados y subproductos pecuarios, pues estos se cuentan cuando se agrega el VBP total de cada uno de los componentes. De esta manera se evita la doble contabilidad de este componente.

### ***Gasto agropecuario***

El gasto agropecuario está conformado por tres componentes: el costo de producción de los cultivos cosechados (sección 200d), y los costos agrícolas y pecuarios (capítulo 1000). Para calcularlo se sumaron los tres componentes.

### ***Ingreso neto***

El ingreso neto se calculó como la diferencia entre el VBP agropecuario y el gasto agropecuario.

## Anexo 2. Modelos para estimar, en la ENA, la relación entre los ingresos netos agropecuarios y las características de las unidades agropecuarias y su contexto

### A.2.1. Modelo para la costa

Variables	Ecuación (1)	Ecuación (2)
Intercepto	3,026	3,886***
Si el conductor de la UA tiene lengua materna indígena	-0,207*	0,155
Educación del conductor de la UA	-0,031	0,054***
Edad del conductor de la UA	0,002	0,005***
Si el conductor de la UA es mujer = 1	-0,060	-0,084
Superficie total (en miles de hectáreas)	-0,005	67,243***
Número de parcelas	0,043	0,015
Porcentaje de la superficie de cultivo con riego a presión tecnificado	-0,007	0,195
Si en la UA se aplican fertilizantes químicos, insecticidas, herbicidas o fungicidas	0,132	0,289***
¿Se usa semilla y/o plántones certificados?	0,179**	0,393***
Índice de fragmentación de Januszewski	-0,435	0,046
Porcentaje de la superficie de cultivo con riego	0,122	0,254**
Suma del valor de los animales mayores y menores en el 2012 (en millones de nuevos soles)	0,000	8,976***
Si el conductor recibió capacitación, asistencia técnica o asesoría empresarial	0,239**	0,361***
Si tiene animales de raza (vacunos, ovinos o porcinos)	0,030	0,256***
Número de miembros de la familia que trabajan en la actividad agropecuaria	-0,029	-0,138***
Porcentaje de la superficie total inscrita en Registros Públicos	-0,018	0,203***
Si obtuvo o no el préstamo o crédito que gestionó	-0,031	0,397***
Corrección Heckit (ratio de Mills-Heckman)		-0,261
Varianza del dominio	0,326***	0,410

#### Observaciones

- La ecuación 1 es la estimación de la probabilidad de tener ingresos negativos.
- La ecuación 2 es la estimación del ingreso neto agropecuario (logaritmos) considerando el sesgo de selección.
- Los asteriscos hacen referencia a la significancia de las variables en el modelo: \*, \*\* y \*\*\* representan el 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, respectivamente.
- La ecuación ha sido controlada, además, por los efectos distritales.

### A.2.2. Modelo para la sierra

Variables	Ecuación (1)	Ecuación (2)
Intercepto	2,975***	3,619***
Si la UA tiene al menos un cultivo destinado principalmente al mercado	-0,077	0,286***
Si toda la superficie de cultivo se destina al autoconsumo	-0,117	-0,088**
Si se destina algún cultivo a la agroindustria	0,046	1,147
Educación del conductor de la UA	-0,025	0,068***

Variables	Ecuación (1)	Ecuación (2)
Edad del conductor de la UA	-0,001	0,009***
Si el conductor de la UA tiene lengua materna indígena	0,035	-0,225***
Si el conductor de la UA es mujer = 1	-0,103**	-0,016
Si es comunero	0,082	0,084*
¿Usa semilla y/o plántones certificados?	0,028	0,121**
Superficie total (en miles de hectáreas)	0,000	-0,727***
Porcentaje de la superficie de cultivo con riego	0,041	0,059
Índice de fragmentación de Januszewski	0,073	-0,108
Índice de Herfindahl por grupo de cultivos	-0,217**	0,144**
¿En la UA se aplica guano, estiércol u abono orgánico?	0,058	0,035
Suma del valor de los animales mayores y menores en el 2012 (en millones de nuevos soles)	0,000**	10,651***
Si tiene animales de raza (vacunos, ovinos o porcinos)	0,027	0,287***
Número de miembros de la familia que trabajan en la actividad agropecuaria	0,036**	-0,100***
Intercepto	-0,090	0,396***
Porcentaje de la superficie total inscrita en Registros Públicos	-0,017	0,038
¿Alguno de los cultivos de la última campaña obtuvo certificación orgánica?	0,298	0,099
Si el conductor de la UA pertenece a una asociación de productores	0,079	0,166**
Si se informa por medios de comunicación acerca de su actividad agropecuaria	0,041	0,060**
Si utiliza tractores para los trabajos agropecuarios	-0,029	0,375***
Corrección Heckit (ratio de Mills-Heckman)		-1,137***
Varianza del dominio	0,168***	0,199

#### Observaciones

- La ecuación 1 es la estimación de la probabilidad de tener ingresos negativos.
- La ecuación 2 es la estimación del ingreso neto agropecuario (logaritmos) considerando el sesgo de selección.
- Los asteriscos hacen referencia a la significancia de las variables en el modelo: \*, \*\* y \*\*\* representan el 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, respectivamente.
- La ecuación ha sido controlada, además, por los efectos distritales.

### A.2.3. Modelo para la selva

Variables	Ecuación (1)	Ecuación (2)
Intercepto	-0,144	4,419***
Si la UA tiene al menos un cultivo destinado principalmente al mercado	0,14	0,296***
¿Cuántas horas demora el conductor en llegar desde su vivienda a la capital distrital?	0,039***	0,007
Educación del conductor de la UA	-0,002	0,035***
Edad del conductor de la UA	0,007	0,009***
Si el conductor de la UA tiene lengua materna indígena	0,175	-0,062
Superficie total (en miles de hectáreas)	0,001	2,112***
Suma del valor de los animales mayores y menores en el 2012 (en millones de nuevos soles)	0	6,584***
Porcentaje de la superficie total inscrita en Registros Públicos	-0,181**	0,298***
Si el conductor obtuvo o no el préstamo o crédito que gestionó	0,22	0,258***
Si se informa por medios de comunicación acerca de su actividad agropecuaria	-0,1	0,086**
Número de miembros de la familia que trabajan en la actividad agropecuaria	0,093**	-0,120***
Si hay animales de raza (vacunos, ovinos o porcinos)	0,323**	0,221***
Si el conductor recibió capacitación, asistencia técnica o asesoría empresarial	0,15	0,141**

Variables	Ecuación (1)	Ecuación (2)
Corrección Heckit (ratio de Mills-Heckman)		-1,361**
Varianza del dominio	0,093***	0,284

#### Observaciones

- La ecuación 1 es la estimación de la probabilidad de tener ingresos negativos.
- La ecuación 2 es la estimación del ingreso neto agropecuario (logaritmos) considerando el sesgo de selección.
- Los asteriscos hacen referencia a la significancia de las variables en el modelo: \*, \*\* y \*\*\* representan el 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, respectivamente.
- La ecuación ha sido controlada, además, por los efectos distritales.

## Anexo 3. Comparación entre los estimados departamentales de la ENA y del CENAGRO

### A.3.1. Predicción censal (%)

Departamento	Ingreso neto agropecuario negativo	Agricultura familiar de subsistencia	Agricultura familiar en transición I	Agricultura familiar en transición II	Agricultura familiar consolidada
Amazonas	7	64	16	13	7
Áncash	35	84	7	5	3
Apurímac	22	79	11	7	4
Arequipa	25	51	14	15	20
Ayacucho	16	78	11	8	4
Cajamarca	14	74	12	9	5
Cusco	22	76	12	8	4
Huancavelica	15	86	8	5	2
Huánuco	13	73	12	9	6
Ica	34	63	13	12	12
Junín	14	63%	15	13	10
La Libertad	23	73	10	8	8
Lambayeque	30	68	12	11	9
Lima	31	55	14	14	16
Loreto	3	64	17	13	6
Madre de Dios	16	43	20	20	17
Moquegua	20	62	15	13	10
Pasco	22	70	13	10	6
Piura	25	74	10	9	7
Puno	19	79	10	7	4
San Martín	6	45	20	20	16
Tacna	31	55	14	14	16
Tumbes	17	47	16	17	20
Ucayali	4	43	20	20	17
Nacional	19	71	12	10	7



### A.3.2. Estimación en la ENA (%)

Departamento	Ingreso neto agropecuario negativo		Agricultura familiar de subsistencia		Agricultura familiar en transición I		Agricultura familiar en transición II		Agricultura familiar consolidada						
	y neto<0	Intervalo al 99%	%	Intervalo al 99%	%	Intervalo al 99%	%	Intervalo al 99%	%	Intervalo al 99%					
Amazonas	7	3	10	55	46	64	13	8	18	19	12	25	13	7	19
Áncash	36	28	45	85	79	92	5	2	7	6	2	10	4	1	7
Apurímac	22	16	29	87	83	90	6	4	9	5	3	7	2	1	4
Arequipa	24	17	31	55	46	64	8	6	11	13	10	16	24	15	33
Ayacucho	16	8	24	78	71	84	10	7	14	9	5	14	2	0	4
Cajamarca	15	9	21	78	72	84	9	5	12	9	5	13	4	2	6
Cusco	22	16	29	82	77	87	9	6	12	6	4	9	2	-1	5
Huancavelica	14	8	20	84	79	90	10	4	15	5	2	8	1	0	2
Huánuco	12	8	17	69	60	79	9	6	12	13	7	19	9	4	14
Ica	35	27	42	66	59	73	9	6	11	13	8	17	13	8	17
Junín	14	9	18	59	49	70	11	7	15	15	11	19	14	5	23
La Libertad	24	15	33	83	76	89	6	3	8	6	3	8	6	3	10
Lambayeque	30	23	38	77	71	83	7	5	10	9	6	12	6	3	10
Lima	30	24	36	59	51	67	11	7	14	15	12	18	15	9	21
Loreto	2	1	4	54	46	62	22	17	28	17	12	22	7	3	12
Madre de Dios	17	10	24	52	45	58	12	9	16	20	15	24	16	11	21
Moquegua	19	14	25	60	53	67	14	10	17	16	12	20	11	6	15
Pasco	22	15	30	67	58	76	12	8	16	13	8	19	8	3	12
Piura	26	18	33	79	73	85	6	4	9	8	5	12	6	2	11
Puno	20	12	27	79	72	86	11	6	16	8	4	11	2	1	3
San Martín	6	3	8	43	37	50	15	12	18	24	20	28	18	14	23
Tacna	31	25	38	66	60	72	11	8	14	13	10	17	10	7	14
Tumbes	17	12	22	47	40	54	17	13	21	22	17	27	14	9	19
Ucayali	4	1	6	32	26	38	19	15	23	27	22	31	22	16	29
Nacional	7	3	10	55	46	64	13	8	18	19	12	25	13	7	19

Nota: Los intervalos de confianza incluyen el diseño muestral. Estimados Jackknife.

# Anexo 4. Estimaciones provinciales de la tipología de la pequeña y mediana agricultura familiar en el Perú

Código	Departamento	Provincia	Número de UA	UA con ingreso neto agropecuario positivo %	Agricultura familiar de subsistencia %	Agricultura familiar en transición I %	Agricultura familiar en transición II %	Agricultura familiar consolidada %	VBP % autoconsumo	VBP % ventas
0101	Amazonas	Chachapoyas	6302	83	58	17	15	11	0,243	0,491
0102	Amazonas	Bagua	12 065	96	71	15	10	4	0,231	0,630
0103	Amazonas	Bongara	4724	92	56	17	16	12	0,195	0,536
0104	Amazonas	Condorcanqui	8291	99	73	14	9	4	0,363	0,472
0105	Amazonas	Luya	10 813	93	65	16	12	7	0,240	0,544
0106	Amazonas	Rodriguez de Mendoza	7997	93	60	17	14	9	0,186	0,624
0107	Amazonas	Utcubamba	18 788	94	59	18	15	9	0,183	0,715
0201	Áncash	Huaz	27 285	48	94	4	2	1	0,504	0,313
0202	Áncash	Alja	2040	48	84	8	5	3	0,463	0,387
0203	Áncash	Antonio Raimondi	5914	63	84	9	5	2	0,398	0,400
0204	Áncash	Asunción	2903	54	84	9	5	2	0,605	0,224
0205	Áncash	Bolognesi	4046	80	79	10	7	4	0,413	0,397
0206	Áncash	Carhuaz	18 156	53	91	6	3	1	0,394	0,458
0207	Áncash	Carlos Fermín Fitzcarrald	6515	83	91	6	3	1	0,519	0,225
0208	Áncash	Casma	3726	72	48	16	17	20	0,180	0,771
0209	Áncash	Corongo	1819	89	62	15	13	9	0,440	0,281
0210	Áncash	Huari	19 568	68	89	6	3	1	0,487	0,287
0211	Áncash	Huarmey	2110	73	55	14	14	16	0,161	0,703
0212	Áncash	Huaylas	12 212	62	82	10	6	3	0,376	0,421
0213	Áncash	M. Luzuriaga	7325	77	96	3	1	0	0,590	0,209
0214	Áncash	Ocos	2615	49	63	15	13	10	0,289	0,552
0215	Áncash	Pallasca	6474	75	86	8	5	2	0,456	0,338
0216	Áncash	Pomabamba	7294	70	93	4	2	0	0,562	0,239
0217	Áncash	Recuay	4752	81	79	10	7	4	0,318	0,466
0218	Áncash	Santa	10 314	64	47	15	17	21	0,175	0,714
0219	Áncash	Sihuas	7790	65	94	4	2	0	0,552	0,257
0220	Áncash	Yungay	15 825	82	86	8	4	2	0,320	0,534

► Código	Departamento	Provincia	Número de UA	UA con ingreso neto agropecuario positivo %	Agricultura familiar de subsistencia %	Agricultura familiar en transición I %	Agricultura familiar en transición II %	Agricultura familiar consolidada %	VBP % autoconsumo	VBP % ventas
0301	Apurímac	Abancay	11 425	77	73	13	9	5	0,425	0,420
0302	Apurímac	Andahuaylas	32 830	74	79	11	7	3	0,397	0,463
0303	Apurímac	Anabamba	3358	82	75	11	8	6	0,454	0,342
0304	Apurímac	Aymaraes	7157	86	77	11	8	4	0,503	0,315
0305	Apurímac	Corabambas	9889	87	88	7	4	1	0,551	0,250
0306	Apurímac	Chincheros	11 592	78	81	10	6	3	0,486	0,334
0307	Apurímac	Graú	6322	81	77	12	8	4	0,536	0,297
0401	Arequipa	Arequipa	14 747	73	41	17	19	24	0,113	0,748
0402	Arequipa	Camaná	3892	80	39	16	19	26	0,050	0,904
0403	Arequipa	Caravelí	3354	83	52	15	15	18	0,158	0,760
0404	Arequipa	Castilla	6391	77	49	16	17	18	0,174	0,628
0405	Arequipa	Caylloma	16 504	74	55	13	12	20	0,195	0,590
0406	Arequipa	Condesuyos	4204	76	72	12	9	6	0,267	0,502
0407	Arequipa	Islay	3513	55	26	14	20	40	0,077	0,735
0408	Arequipa	La Unión	5142	82	75	12	8	5	0,417	0,307
0501	Ayacucho	Huamanga	21 638	91	70	14	10	6	0,318	0,493
0502	Ayacucho	Cangallo	9380	92	84	8	5	2	0,430	0,329
0503	Ayacucho	Huancá Sancos	2946	81	78	10	7	4	0,400	0,336
0504	Ayacucho	Huanta	20 376	88	81	10	7	3	0,310	0,569
0505	Ayacucho	La Mar	17 530	75	73	13	9	4	0,317	0,569
0506	Ayacucho	Lucanas	13 508	79	79	10	7	4	0,405	0,393
0507	Ayacucho	Paríacochas	6672	79	74	12	9	5	0,429	0,377
0508	Ayacucho	Páucar del Sara Sara	3530	68	75	12	9	4	0,472	0,278
0509	Ayacucho	Sucre	2954	87	85	8	5	2	0,509	0,266
0510	Ayacucho	Víctor Fajardo	8714	85	91	5	3	1	0,508	0,283
0511	Ayacucho	Vilcashuamán	5585	89	76	12	8	4	0,475	0,301
0601	Cajamarca	Cajamarca	54 850	87	79	11	7	3	0,262	0,520
0602	Cajamarca	Cajabamba	20 284	91	76	12	8	4	0,363	0,454
0603	Cajamarca	Celendín	27 876	90	79	11	7	3	0,362	0,407
0604	Cajamarca	Chota	53 813	87	74	13	9	5	0,341	0,489

► Código	Departamento	Provincia	Número de UA	UA con ingreso neto agropecuario positivo %	Agricultura familiar de subsistencia %	Agricultura familiar en transición I %	Agricultura familiar en transición II %	Agricultura familiar consolidada %	VBP % autoconsumo	VBP % ventas
0605	Cajamarca	Contumazá	6861	91	74	11	8	7	0,336	0,511
0606	Cajamarca	Curervo	44 009	87	74	13	9	4	0,323	0,537
0607	Cajamarca	Hualgayoc	10 068	90	56	17	15	11	0,313	0,361
0608	Cajamarca	Jaén	23 557	96	62	17	14	8	0,265	0,631
0609	Cajamarca	San Ignacio	38 152	89	69	15	11	5	0,146	0,803
0610	Cajamarca	San Marcos	19 599	72	82	10	6	2	0,425	0,376
0611	Cajamarca	San Miguel	17 986	63	70	13	10	7	0,346	0,446
0612	Cajamarca	San Pablo	5770	92	80	10	7	4	0,346	0,425
0613	Cajamarca	Santa Cruz	16 453	74	81	10	6	3	0,450	0,373
0801	Cusco	Cusco	7442	65	73	13	9	5	0,414	0,385
0802	Cusco	Acomayo	7288	65	90	6	3	1	0,429	0,342
0803	Cusco	Anta	17 006	76	81	10	6	3	0,365	0,376
0804	Cusco	Calca	14 846	71	73	13	10	5	0,353	0,448
0805	Cusco	Canas	10 023	73	79	11	7	3	0,378	0,369
0806	Cusco	Canchis	15 491	69	87	7	4	2	0,419	0,373
0807	Cusco	Chumbivilcas	14 996	87	84	9	5	2	0,456	0,311
0808	Cusco	Espinar	9896	65	75	12	8	4	0,288	0,449
0809	Cusco	La Convención	33 428	89	60	18	14	8	0,173	0,667
0810	Cusco	Paruro	8961	71	74	12	9	5	0,500	0,261
0811	Cusco	Paucartambo	10 227	85	78	11	7	3	0,383	0,393
0812	Cusco	Quispicanchi	19 214	80	80	10	7	3	0,388	0,385
0813	Cusco	Urubamba	11 666	75	79	11	7	3	0,312	0,495
0901	Huancavelica	Huancavelica	17 582	90	91	6	3	1	0,486	0,338
0902	Huancavelica	Acobamba	11 237	86	84	9	5	2	0,323	0,525
0903	Huancavelica	Angaraes	8601	92	90	6	3	1	0,489	0,338
0904	Huancavelica	Castrovirreyna	4392	72	76	11	8	4	0,371	0,491
0905	Huancavelica	Churucampa	8461	80	85	8	5	2	0,374	0,469
0906	Huancavelica	Huayará	5672	80	81	10	6	3	0,302	0,510
0907	Huancavelica	Tayacaja	18 230	86	84	9	5	2	0,338	0,524
1001	Huánuco	Huánuco	22 282	87	78	11	8	3	0,299	0,604

► Código	Departamento	Provincia	Número de UA	UA con ingreso neto agropecuario positivo %	Agricultura familiar de subsistencia %	Agricultura familiar en transición I %	Agricultura familiar en transición II %	Agricultura familiar consolidada %	VBP % autoconsumo	VBP % ventas
1002	Huánuco	Ambo	9199	84	81	10	6	3	0,312	0,567
1003	Huánuco	Dos de Mayo	7511	91	90	6	3	1	0,538	0,304
1004	Huánuco	Huacaybamba	4375	94	86	8	5	2	0,511	0,351
1005	Huánuco	Huamaltes	12 521	78	85	8	5	2	0,451	0,408
1006	Huánuco	Leónico Prado	14 130	89	50	20	18	12	0,176	0,703
1007	Huánuco	Marañón	6703	95	64	12	12	12	0,354	0,560
1008	Huánuco	Pachitea	10 259	95	68	15	11	6	0,308	0,576
1009	Huánuco	Puerto Inca	5448	96	43	20	20	17	0,264	0,535
1010	Huánuco	Lauricocha	5095	72	85	8	5	2	0,503	0,307
1011	Huánuco	Yarowilca	8154	81	84	9	5	2	0,554	0,249
1101	Ica	Ica	15 415	63	76	11	8	6	0,303	0,578
1102	Ica	Chincha	8032	65	65	13	12	10	0,184	0,757
1103	Ica	Nazca	2619	55	34	16	19	31	0,158	0,766
1104	Ica	Palpa	1328	62	57	15	14	13	0,127	0,816
1105	Ica	Pisco	4359	82	37	16	19	29	0,079	0,822
1201	Junín	Huancayo	18 181	83	86	8	4	2	0,400	0,418
1202	Junín	Concepción	11 159	90	67	14	12	7	0,226	0,588
1203	Junín	Chanchamayo	22 379	95	40	20	22	18	0,077	0,827
1204	Junín	Jauja	19 105	76	77	11	8	4	0,284	0,511
1205	Junín	Junín	3902	74	62	15	13	9	0,260	0,543
1206	Junín	Satipo	31 455	96	41	20	21	17	0,133	0,723
1207	Junín	Tarma	14 323	70	75	12	9	4	0,206	0,669
1208	Junín	Yauli	2029	81	71	13	10	6	0,229	0,613
1209	Junín	Chupaca	12 215	74	83	9	6	2	0,273	0,501
1301	La Libertad	Trujillo	4522	59	58	15	14	13	0,122	0,870
1302	La Libertad	Ascope	5569	93	35	15	19	30	0,061	0,901
1303	La Libertad	Bolívar	3319	98	80	10	7	3	0,444	0,360
1304	La Libertad	Chepén	6870	73	31	15	20	34	0,075	0,858
1305	La Libertad	Julcán	9309	74	76	12	8	4	0,396	0,463
1306	La Libertad	Otuzco	27 759	72	80	10	6	3	0,378	0,505

► Código	Departamento	Provincia	Número de UA	UA con ingreso neto agropecuario positivo %	Agricultura familiar de subsistencia %	Agricultura familiar en transición I %	Agricultura familiar en transición II %	Agricultura familiar consolidada %	VBP % autoconsumo	VBP % ventas
1307	La Libertad	Pacasmayo	4449	68	18	13	20	49	0,102	0,858
1308	La Libertad	Paraz	12 611	97	89	6	3	1	0,605	0,228
1309	La Libertad	Sánchez Carrión	29 352	80	89	7	3	1	0,509	0,378
1310	La Libertad	Sgo. de Chuco	11 474	85	83	9	5	2	0,493	0,325
1311	La Libertad	Gran Chimú	6791	52	70	12	10	8	0,332	0,590
1312	La Libertad	Virú	4468	84	35	15	19	30	0,056	0,891
1401	Lambayeque	Chiclayo	13 263	70	58	15	14	13	0,110	0,825
1402	Lambayeque	Ferreñafe	12 001	77	73	11	9	7	0,277	0,636
1403	Lambayeque	Lambayeque	33 569	67	70	12	10	8	0,181	0,753
1501	Lima	Lima	8846	51	52	15	15	17	0,166	0,770
1502	Lima	Barranca	5845	76	37	16	19	28	0,085	0,876
1503	Lima	Cajatambo	2691	89	59	16	14	10	0,311	0,460
1504	Lima	Canta	3041	80	52	16	15	17	0,142	0,688
1505	Lima	Cañete	16 547	69	50	16	16	18	0,133	0,838
1506	Lima	Huamal	9549	67	43	15	18	24	0,140	0,801
1507	Lima	Huarocharí	10 768	51	80	10	7	3	0,215	0,696
1508	Lima	Huaura	9752	78	47	14	16	23	0,139	0,758
1509	Lima	Oyón	2295	86	63	16	13	8	0,237	0,575
1510	Lima	Yauyos	7599	81	73	12	9	6	0,272	0,601
1601	Loreto	Maynas	20 083	97	68	16	11	5	0,308	0,563
1602	Loreto	Alto Amazonas	10 492	97	58	18	15	9	0,348	0,527
1603	Loreto	Loreto	8428	98	69	15	11	5	0,371	0,459
1604	Loreto	Mariscal Ramón Castilla	6821	98	68	16	11	5	0,378	0,490
1605	Loreto	Requena	6125	97	58	19	15	8	0,286	0,622
1606	Loreto	Ucayali	7096	96	63	17	13	7	0,286	0,577
1607	Loreto	Datem del Marañón	7890	98	59	18	15	8	0,436	0,386
1701	Madre de Dios	Tambopata	3439	83	41	20	21	19	0,254	0,507
1702	Madre de Dios	Manu	1345	89	48	20	19	13	0,309	0,500
1703	Madre de Dios	Tahuamanu	1656	82	43	20	20	17	0,240	0,537
1801	Moquegua	Mariscal Nieto	7527	82	65	15	12	8	0,161	0,560

► Código	Departamento	Provincia	Número de UA	UA con ingreso neto agropecuario positivo %	Agricultura familiar de subsistencia %	Agricultura familiar en transición I %	Agricultura familiar en transición II %	Agricultura familiar consolidada %	VBP % autoconsumo	VBP % ventas
1802	Moquegua	General Sánchez Cerro	6039	83	58	17	15	11	0,213	0,510
1803	Moquegua	Ilo	547	13	58	15	14	14	0,086	0,798
1901	Pasco	Pasco	12 228	68	83	9	6	2	0,295	0,579
1902	Pasco	Daniel Alcides Carrión	6230	73	85	8	5	2	0,457	0,401
1903	Pasco	Oxapampa	13 399	88	52	19	17	12	0,186	0,679
2001	Piura	Piura	32 321	67	70	12	10	8	0,220	0,668
2002	Piura	Ayabaca	26 343	70	84	8	5	3	0,473	0,403
2003	Piura	Huancabamba	32 125	83	86	7	4	2	0,459	0,419
2004	Piura	Morropón	22 392	81	71	12	10	7	0,264	0,665
2005	Piura	Paíta	3871	33	73	11	9	6	0,378	0,555
2006	Piura	Sullana	16 421	86	50	16	16	18	0,143	0,793
2007	Piura	Talara	118	100	69	12	11	8	0,435	0,701
2008	Piura	Sechura	8698	86	69	13	11	8	0,166	0,770
2101	Puno	Puno	37 465	79	81	10	6	3	0,366	0,372
2102	Puno	Azángaro	29 361	89	75	12	9	4	0,368	0,299
2103	Puno	Carabaya	10 486	70	89	6	3	1	0,419	0,441
2104	Puno	Chucuito	25 152	79	80	11	7	3	0,468	0,276
2105	Puno	El Collao	19 574	80	82	9	6	2	0,388	0,333
2106	Puno	Huancané	23 862	80	87	8	4	2	0,383	0,289
2107	Puno	Lampa	10 314	88	60	16	14	10	0,267	0,489
2108	Puno	Melgar	12 160	91	61	16	14	10	0,166	0,388
2109	Puno	Moho	7002	80	90	6	3	1	0,582	0,197
2110	Puno	San Antonio de Putina	3443	90	76	11	8	5	0,430	0,360
2111	Puno	San Román	7706	97	64	15	12	8	0,322	0,428
2112	Puno	Sandia	15 034	63	79	11	7	3	0,326	0,517
2113	Puno	Yunguyo	11 707	67	86	8	5	2	0,471	0,241
2201	San Martín	Moyobamba	16 581	90	49	20	18	12	0,136	0,727
2202	San Martín	Bellavista	9775	96	46	20	20	15	0,153	0,789
2203	San Martín	El Dorado	6318	97	47	20	19	14	0,160	0,665
2204	San Martín	Huallaga	6720	92	42	20	21	17	0,125	0,719

► Código	Departamento	Provincia	Número de UA	UA con ingreso neto agropecuario positivo %	Agricultura familiar de subsistencia %	Agricultura familiar en transición I %	Agricultura familiar en transición II %	Agricultura familiar consolidada %	VBP % autoconsumo	VBP % ventas
2205	San Martín	Lamas	10 977	94	42	20	21	17	0,186	0,609
2206	San Martín	Mariscal Cáceres	5874	96	46	20	20	15	0,145	0,754
2207	San Martín	Picota	4834	96	55	19	16	10	0,126	0,809
2208	San Martín	Rioja	10 353	93	50	19	18	12	0,133	0,796
2209	San Martín	San Martín	8241	95	46	20	20	15	0,163	0,737
2210	San Martín	Tocache	11 032	97	31	20	24	25	0,091	0,853
2301	Tacna	Tacna	13 343	67	46	15	17	22	0,130	0,768
2302	Tacna	Candarave	3836	71	65	15	12	7	0,151	0,665
2303	Tacna	Jorge Basadre	1486	61	61	14	13	12	0,132	0,753
2304	Tacna	Tarata	3264	75	79	11	7	3	0,247	0,611
2401	Tumbes	Tumbes	4932	85	48	16	17	19	0,071	0,901
2402	Tumbes	Contralm. Villar	946	77	51	16	16	17	0,195	0,669
2403	Tumbes	Zarumilla	2245	80	43	17	18	22	0,089	0,902
2501	Ucayali	C. Porcillo	11 919	96	43	20	21	16	0,212	0,710
2502	Ucayali	Atalaya	4006	98	66	16	12	6	0,451	0,401
2503	Ucayali	Padre Abad	8661	96	33	20	24	23	0,135	0,796
2504	Ucayali	Purús	487	100	67	16	12	5	0,533	0,190



## Anexo 5. Modelos para estimar, en la ENA, la relación entre el VBP destinado al autoconsumo y al mercado, y las características de las unidades agropecuarias y su contexto

### A.5.1. Región costa: modelo VBP-autoconsumo

Variables explicativas (medias provinciales)	Porcentaje del VBP destinado al autoconsumo
Intercepto	-0,129
Edad del conductor de la UA	0,001
Educación del conductor de la UA	-0,014
Índice de fragmentación de Januszewski	0,284
Porcentaje de UA cuya jefa de hogar es mujer	-0,022
Porcentaje de UA cuyo jefe de hogar tiene lengua materna indígena	0,181
Número de miembros del hogar que trabajan en la actividad agropecuaria	0,006
Número de parcelas	0,038
Porcentaje de la superficie total que está inscrita en Registros Públicos	-0,037
Porcentaje de la superficie agrícola con riego	0,164
Porcentaje de la superficie de cultivo con riego a presión tecnificado	-0,065
Porcentaje de conductores de UA que recibieron capacitación, asistencia técnica o asesoría empresarial	-0,033
Porcentaje de conductores de UA que obtuvieron el préstamo o crédito que gestionaron	-0,133
Porcentaje de UA con animales de raza (vacuno, ovino o porcino)	0,045
Superficie total (en miles de hectáreas)	-10,697
Porcentaje de UA en las que se aplican fertilizantes, químicos, insecticidas, herbicidas o fungicidas	-0,164**
Porcentaje de UA en las que se usan semilla y/o plántones certificados	-0,043
Valor total del ganado (en millones de nuevos soles)	0,353
Varianza del efecto aleatorio provincial	0,004

#### Observaciones

- La ecuación 1 es la estimación del porcentaje del VBP destinado al autoconsumo.
- Los asteriscos hacen referencia a la significancia de las variables en el modelo: \*, \*\* y \*\*\* representan el 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, respectivamente.

### A.5.2. Región costa: modelo VBP-venta

Variables explicativas (medias provinciales)	Porcentaje del VBP destinado a la venta
Intercepto	-1,037
Edad del conductor de la UA	0,018
Educación del conductor de la UA	-0,018
Índice de fragmentación de Januszewski	0,342
Porcentaje de UA cuya jefa de hogar es mujer	0,059
Porcentaje de UA cuyo jefe de hogar tiene lengua materna indígena	1,336***
Número de miembros del hogar que trabajan en la actividad agropecuaria	-0,086
Número de parcelas	0,155

Variables explicativas (medias provinciales)	Porcentaje del VBP destinado a la venta
Porcentaje de la superficie total que está inscrita en Registros Públicos	0,133
Porcentaje de la superficie agrícola con riego	-0,138
Porcentaje de la superficie de cultivo con riego a presión tecnificado	-0,371
Porcentaje de conductores de UA que recibieron capacitación, asistencia técnica o asesoría empresarial	-0,231
Porcentaje de conductores de UA que obtuvieron el préstamo o crédito que gestionaron	0,041
Porcentaje de UA con animales de raza (vacuno, ovino o porcino)	-0,035
Superficie total (en miles de hectáreas)	17,365
Porcentaje de UA en las que se aplican fertilizantes, químicos, insecticidas, herbicidas o fungicidas	0,433*
Porcentaje de UA en las que se usan semilla y/o plantones certificados	0,164
Valor total del ganado (en millones de nuevos soles)	11,898*
Varianza del efecto aleatorio provincial	0,032
Observaciones	
<ul style="list-style-type: none"> <li>La ecuación 1 es la estimación del porcentaje del VBP destinado a la venta.</li> <li>Los asteriscos hacen referencia a la significancia de las variables en el modelo: *, ** y *** representan el 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, respectivamente.</li> </ul>	

### A.5.3. Región sierra: modelo VBP-autoconsumo

Variables explicativas (medias provinciales)	Porcentaje del VBP destinado al autoconsumo
Intercepto	0,275
Porcentaje de UA con algún cultivo destinado a la agroindustria	-2,160
Porcentaje de UA cuya superficie de cultivo se destina totalmente al autoconsumo	0,175***
Porcentaje de UA con algún cultivo que cuenta con certificación orgánica	0,970
Porcentaje de conductores de UA que son comuneros	0,066
Edad del conductor de la UA	0,003
Educación del conductor de la UA	-0,031**
Índice de Herfindahl por grupo de cultivos	-0,064
Porcentaje de conductores de UA que se informan sobre sus actividades agropecuarias	-0,039
Índice de fragmentación de Januszewski	0,097
Porcentaje de UA cuya jefa de hogar es mujer	-0,113
Porcentaje de UA cuyo jefe de hogar tiene lengua materna indígena	-0,017
Porcentaje de UA con al menos un cultivo destinado principalmente al mercado	-0,075
Número de miembros del hogar que trabajan en la actividad agropecuaria	0,029
Porcentaje de conductores de UA que pertenecen a una asociación de productores	-0,007
Porcentaje de la superficie total de la UA que está inscrita en Registros Públicos	-0,016
Porcentaje de la superficie agrícola con riego	-0,008
Porcentaje de conductores de UA que obtuvieron el préstamo o crédito que gestionaron	-0,090
Porcentaje de UA con animales de raza (vacuno, ovino o porcino)	-0,078
Superficie total (en miles de hectáreas)	-1,075
Porcentaje de UA en las que se aplica guano, estiércol u abono orgánico	-0,057
Porcentaje de UA en las que se usa semilla y/o plantones certificados	-0,177
Porcentaje de UA que utilizan tractor	0,114**

Variables explicativas (medias provinciales)	Porcentaje del VBP destinado al autoconsumo
Valor total del ganado (en millones de nuevos soles)	-1,835
Varianza del efecto aleatorio provincial	0,005***
Observaciones	
<ul style="list-style-type: none"> <li>La ecuación 1 es la estimación del porcentaje del VBP destinado al autoconsumo.</li> <li>Los asteriscos hacen referencia a la significancia de las variables en el modelo: *, ** y *** representan el 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, respectivamente.</li> </ul>	

### A.5.4. Región sierra: modelo VBP-venta

Variables explicativas (medias provinciales)	Porcentaje del VBP destinado a la venta
Intercepto	0,141
Porcentaje de UA con algún cultivo destinado a la agroindustria	-3,606
Porcentaje de UA cuya superficie de cultivo se destina totalmente al autoconsumo	-0,106
Porcentaje de UA con algún cultivo que cuenta con certificación orgánica	1,427
Porcentaje de conductores de UA que son comuneros	-0,001
Edad del conductor de la UA	-0,003
Educación del conductor de la UA	0,005
Índice de Herfindahl por grupo de cultivos	0,060
Porcentaje de conductores de UA que se informan sobre sus actividades agropecuarias	-0,082
Índice de fragmentación de Januszewski	0,319***
Porcentaje de UA cuya jefa de hogar es mujer	-0,006
Porcentaje de UA cuyo jefe de hogar tiene lengua materna indígena	-0,040
Porcentaje de UA con al menos un cultivo destinado principalmente al mercado	0,323***
Número de miembros del hogar que trabajan en la actividad agropecuaria	-0,003
Porcentaje de conductores de UA que pertenecen a una asociación de productores	0,274
Porcentaje de la superficie total de la UA que está inscrita en Registros Públicos	-0,040
Porcentaje de la superficie agrícola que cuenta con riego	0,004
Porcentaje de conductores de UA que obtuvieron el préstamo o crédito que gestionaron	0,602**
Porcentaje de UA con animales de raza (vacuno, ovino o porcino)	0,106
Superficie total (en miles de hectáreas)	-1,123
Porcentaje de UA en las que se aplica guano, estiércol u abono orgánico	0,020
Porcentaje de UA en las que se usan semilla y/o plántones certificados	0,129
Porcentaje de UA en las que se utiliza tractor	0,033
Valor total del ganado (en millones de nuevos soles)	2,651*
Varianza del efecto aleatorio provincial	0,007***
Observaciones	
<ul style="list-style-type: none"> <li>La ecuación 1 es la estimación del porcentaje del VBP destinado a la venta.</li> <li>Los asteriscos hacen referencia a la significancia de las variables en el modelo: *, ** y *** representan el 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, respectivamente.</li> </ul>	

### A.5.5. Región selva: modelo VBP-autoconsumo

Variables explicativas (medias provinciales)	Porcentaje del VBP destinado al autoconsumo
Intercepto	0,024
Edad del conductor de la UA	0,005
Educación del conductor de la UA	0,004
Porcentaje de conductores de UA que se informan sobre sus actividades agropecuarias	-0,029
Porcentaje de UA cuyo jefe de hogar tiene lengua materna indígena	-0,041
Porcentaje de UA con al menos un cultivo destinado principalmente al mercado	-0,214**
Número de miembros del hogar que trabajan en la actividad agropecuaria	0,042
Porcentaje de la superficie total de la UA que está inscrita en Registros Públicos	0,058
Porcentaje de conductores de UA que recibieron capacitación, asistencia técnica o asesoría empresarial	-0,338***
Porcentaje de conductores de UA que obtuvieron el préstamo o crédito que gestionaron	0,052
Porcentaje de UA con animales de raza (vacuno, ovino o porcino)	0,066
Horas que demora en llegar el conductor de la UA desde su vivienda hasta la capital distrital	0,014***
Superficie total (en miles de hectáreas)	1,961
Valor total del ganado (en millones de nuevos soles)	-0,915
Varianza del efecto aleatorio provincial	0,003***

#### Observaciones

- La ecuación 1 es la estimación del porcentaje del VBP destinado al autoconsumo.
- Los asteriscos hacen referencia a la significancia de las variables en el modelo: \*, \*\* y \*\*\* representan el 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, respectivamente.

### A.5.6. Región selva: modelo VBP-venta

Variables explicativas (medias provinciales)	Porcentaje del VBP destinado a la venta
Intercepto	0,365
Edad del conductor de la UA	0,002
Educación del conductor de la UA	-0,009
Porcentaje de conductores de UA que se informan sobre sus actividades agropecuarias	0,047
Porcentaje de UA cuyo jefe de hogar tiene lengua materna indígena	-0,152
Porcentaje de UA con al menos un cultivo destinado principalmente al mercado	0,588***
Número de miembros del hogar que trabajan en la actividad agropecuaria	-0,151
Porcentaje de la superficie total de la UA que está inscrita en Registros Públicos	0,829***
Porcentaje de conductores de UA que recibieron capacitación, asistencia técnica o asesoría empresarial	-0,660*
Porcentaje de conductores de UA que obtuvieron el préstamo o crédito que gestionaron	0,915*
Porcentaje de UA con animales de raza (vacuno, ovino o porcino)	-0,258
Horas que demora el conductor de la UA en llegar desde su vivienda hasta la capital distrital	0,029*
Superficie total (en miles de hectáreas)	-4,983
Valor total del ganado (en millones de nuevos soles)	1,578
Varianza del efecto aleatorio provincial	0,023***

#### Observaciones

- La ecuación 1 es la estimación del porcentaje del VBP destinado a la venta.
- Los asteriscos hacen referencia a la significancia de las variables en el modelo: \*, \*\* y \*\*\* representan el 90%, 95% y 99% de nivel de confianza, respectivamente.

## SEGUNDO CAPÍTULO

### ESTRATEGIAS DE ARTICULACIÓN DE LOS PRODUCTORES AGRARIOS EN LA COSTA PERUANA: ¿ASOCIATIVIDAD, VINCULACIÓN CON EMPRESAS O AMBAS?

Ricardo Fort  
Ricardo Vargas



## INTRODUCCIÓN

El importante crecimiento económico y la reducción de las tasas de pobreza a nivel nacional que ha experimentado el Perú durante la última década no han sido homogéneos en el territorio. El sector rural es el que, sobre todo, ha mostrado una limitada capacidad para aprovechar las ventajas promovidas por el crecimiento. Si bien se han logrado importantes avances en la provisión de bienes públicos para las zonas rurales, no ha ocurrido lo mismo en términos de políticas de apoyo a los productores agropecuarios, especialmente a los más pequeños, quienes enfrentan diversas fallas de mercado y limitantes por su incipiente escala de producción y comercialización.

El IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) 2012 da cuenta de la existencia de 1 797 687 productores agropecuarios que poseen menos de 5 hectáreas; ellos constituyen el 80% del total de productores agropecuarios del país, pero tan solo concentran el 6% de la superficie agropecuaria. En los 18 años que han transcurrido entre los CENAGRO de 1994 y el 2012, el número de estos productores ha crecido en 45%, pero la superficie que concentran solo se ha visto incrementada en 9%, lo que da cuenta de un creciente proceso de minifundización y fragmentación de la tierra en el agro peruano.

Una revisión de los principales lineamientos de política en temas agrarios de la última década pone en evidencia un enfoque que promueve la asociatividad de los pequeños productores y su articulación con otros actores de la cadena, de tal forma que ellos puedan mejorar sus técnicas de producción y acceder a bienes productivos, aumentar su escala para la comercialización e ingresar exitosamente en los mercados. Esto se puede observar tanto en la Estrategia Nacional de Desarrollo Rural (ENDR) (2004)

como en los últimos planes estratégicos sectoriales multianuales (PESEM) del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI).<sup>1</sup>

En el primer lineamiento de la ENDR, «Impulsar una economía rural competitiva, diversificada, y sostenible», se menciona explícitamente la necesidad de promover estas asociaciones, así como su articulación con empresas privadas en cadenas productivas, de tal manera que se faciliten las buenas prácticas productivas, sanitarias y ambientales. El PESEM-MINAGRI 2008-2012 menciona, como primer objetivo de sus Lineamientos Generales de la Política Agraria, «Impulsar el desarrollo de la asociatividad y de la actividad empresarial en el agro, bajo un enfoque de cadenas productivas y de clusters».

Pese a esta clara voluntad de promover las políticas de asociatividad y articulación al mercado de los productores agropecuarios —que han ido de la mano con la creación de algunos programas públicos a los largo de los años, tales como el Proyecto de Investigación y Extensión Agrícola (Incagro), Sierra Exportadora, Agroideas, entre otros<sup>2</sup>—, existe poca claridad sobre el tipo de articulación que se busca fomentar, y sorprende la falta de investigación en este tema, que podría aportar evidencia sobre las fórmulas más exitosas o las condiciones en las cuales distintos arreglos funcionan mejor.

Dos estrategias de articulación que suelen presentarse como visiones opuestas o caminos diferentes son, por un lado, la promoción de distintos tipos de asociaciones que permitan, por sí mismas, superar limitantes de acceso a servicios y mercados; y por otro, el fomento de la vinculación entre empresas agrícolas o agroindustriales con productores individuales, como una fórmula para conseguir similares objetivos.

El objetivo central de esta investigación consiste en identificar y caracterizar a los productores que actualmente participan en alguna de estas

1 MINAGRI (2007) PESEM 2007-2011 y MINAGRI (2012) PESEM 2008-2012.

2 Incagro se ejecutó desde el MINAGRI a partir del 2001, con fondos del Banco Mundial; financió planes de negocio de asociaciones de productores cuya asistencia técnica subsidiaba. Sierra Exportadora, impulsada por la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) a partir del 2006, identifica nichos de mercado internacionales y promueve la exportación de productos no tradicionales desde organizaciones empresariales de agricultores en la sierra del país. Por último, Agroideas, del MINAGRI, cofinancia, desde el 2011, la constitución de organizaciones de productores, la gestión del negocio y la mejora tecnológica de la producción.



dos estrategias de articulación a los mercados, así como a los que se integran mediante una tercera vía, consistente en vincularse a las empresas por intermedio de las asociaciones de productores y no en forma individual. Esta identificación se realizará utilizando una metodología aplicada al universo de productores del CENAGRO 2012, lo que, desde ya, contribuirá a llenar importantes vacíos de información para la agricultura peruana.

Una vez identificados estos productores, focalizaremos nuestra mirada en la costa peruana, dado que allí se encuentra la mayor concentración de los tres grupos. Analizaremos los posibles efectos que tiene la participación de los agricultores en una gama de indicadores de desempeño de sus actividades, así como otros efectos relacionados con el nivel de bienestar de sus hogares. Para ello, estableceremos una comparación con otros productores que presentan características similares, pero que no participan en la misma estrategia. Con este fin, utilizaremos el método Entropy Balancing propuesto por Hainmueller (2011). Adicionalmente, recurriremos a algunos resultados del estudio de Escobal y Armas publicado en este mismo libro, en el que, mediante la metodología de Small Area Estimation (SAE), se combina la Encuesta Nacional Agropecuaria 2014 con el IV CENAGRO 2012 para estimar el ingreso neto agropecuario per cápita mensual de los productores.

El documento está estructurado en seis secciones. En la primera se hace una revisión de la literatura acerca de los efectos generados en la situación de los productores que participan en alguna de las dos estrategias de articulación mencionadas. En la segunda y tercera sección se identifica y caracteriza a los productores, respectivamente. La cuarta sección está dedicada a la metodología; la quinta, a los resultados; y la última, a las conclusiones.



## 1. MARCO TEÓRICO

En esta sección revisaremos la literatura internacional, así como la evidencia en el caso peruano, de los determinantes de la formación de asociaciones de productores y empresas agropecuarias, así como los distintos mecanismos por los cuales ambas pueden generar beneficios para los productores.

En términos generales, podemos afirmar que los miembros de las organizaciones rurales de productores buscan, de diversas formas, mejorar su nivel de vida mediante la acción colectiva. Las principales funciones de estas organizaciones son dos: a) mediar las relaciones entre sus miembros, así como entre ellos y los actores económicos, institucionales y políticos externos; y b) proveer a sus asociados una gama de servicios (Rondot y Collion 2001). Entre los servicios más tradicionales se encuentran el acceso a insumos, el manejo de recursos de propiedad común, la comercialización de los productos, el procesamiento de la producción, y también el acceso a información, servicios financieros, asistencia técnica, entre otros (Stockbridge y otros 2003).

Las organizaciones rurales de productores son consideradas una estrategia importante, junto con el desarrollo de la infraestructura, para reducir los costos de transacción y mejorar el acceso a mercados tanto de insumos como de productos finales (Key y otros 2000, Markelova y otros 2009).

Además, la asociación puede permitir a los productores alcanzar economías de escala y fortalecer su poder de negociación al interior de una cadena (Bernard y otros 2008, Bernard y Spielman 2009). Durante las últimas dos décadas, cada vez más productores están accediendo a mercados especiales gracias a la certificación de sus organizaciones —Fair Trade, Organic, Sustainable, etcétera—, cuyo costo muchas veces no podría ser asumido de manera individual.

Para evaluar el impacto que tienen las asociaciones sobre el valor de la producción agrícola y la cantidad de producción comercializada, Bachke (2010) utiliza tres canales. El primero es la regulación de precios, puesto que, debido al mayor poder de negociación —generado porque se comercia más cantidad de productos— y los menores costos de transacción, es posible conseguir un precio mejor que el que se habría obtenido individualmente. El segundo canal consiste en que, como las compras de insumos son de mayor escala, su precio se reduce, con lo cual se intensifica su uso. El tercer canal es que las asociaciones facilitan el acceso a asistencia técnica y tecnología, lo que incrementa la productividad.

Los resultados de Bachke (2010) muestran que la participación en organizaciones tiene un efecto positivo sobre los dos indicadores de riqueza de los productores —valor de la producción e ingreso per cápita—, probablemente debido al mayor uso de insumos, aunque se requiere mayor investigación para determinar qué mecanismo es el más relevante.

En lo que respecta a los determinantes para la formación de asociaciones, podemos pensar que estas adquieren sentido cuando sus beneficios compensan los costos de organizarse, sea como fuera que definamos estos costos y beneficios. En general, la decisión de un productor de participar en una organización se encuentra influenciada por diferentes factores: características socioeconómicas de los hogares o unidades agropecuarias, características de la producción, características de la organización, y también la experiencia o el aprendizaje de la participación. Los costos y beneficios de participar en una organización pueden ser diferentes entre hogares, lo cual depende de la ubicación, el volumen de producción, las dotaciones de activos, así como de la educación y las habilidades de su conductor para el manejo comercial (Shiferaw y otros 2011).

Asimismo, diversos autores han investigado los determinantes de pertenecer a una organización en zonas rurales. El estudio de Arcand y Fafchamps (2012) en Burkina Faso y Senegal encuentra que los principales factores son la propiedad de la tierra, la edad del conductor del predio y sus lazos con las autoridades locales. La investigación de La Ferrara (2002)

en Tanzania incluye además variables que miden la heterogeneidad a nivel de la comunidad en cuanto a la educación, las actividades económicas, la fragmentación en términos de tribus y la desigualdad económica. Sus resultados muestran que productores que viven en comunidades más desiguales tienen una menor probabilidad de participar en alguna organización.

En el caso peruano, el estudio de Glave y Fort (2003) sobre organizaciones económicas campesinas analiza los factores que incrementan o reducen la competitividad de los pequeños productores asociados, mediante aspectos relacionados con el liderazgo, las reglas para la distribución de beneficios, las reglas internas de las organizaciones, entre otros. Los autores encontraron que para comercializar con éxito sus productos y mantener la participación de sus asociados, las organizaciones deben, fundamentalmente, ser capaces de negociar mejores precios que aquellos que ofrecen los mercados locales. Por ello, la gestión del negocio mediante la contratación de especialistas en manejo comercial es un aspecto clave para el éxito. Otro factor importante es el acceso a información, sobre todo de mercados internacionales, y su flujo hacia los productores. Por último, el acceso a recursos financieros para capital de trabajo y bienes es un factor fundamental para que las organizaciones se sostengan como tales y se desarrollen de manera autónoma, sin depender de fondos del Estado ni de la cooperación internacional.

Fort y Ruben (2009) evalúan el impacto de la certificación de comercio justo en organizaciones de productores de plátano en el Perú. Entre sus resultados, muestran que los productores organizados reciben precios más altos por su producto, logran mayores ingresos y viven en hogares con un nivel de gasto significativamente más alto que otros productores con similares características, pero que no forman parte de la asociación. Además, los autores plantean la existencia de un canal adicional de impacto relacionado con la regulación de los precios del mercado local, ya que, desde que apareció la asociación, los intermediarios incrementaron los precios que pagaban a los productores no asociados, con la finalidad de mantener a sus proveedores de plátanos.

Finalmente, como menciona Remy (2007), la experiencia del sector asociativo cafetalero en el Perú muestra las enormes posibilidades de

crecimiento, modernización, tecnificación y desarrollo local que pueden surgir cuando se fortalecen «empresas asociativas» formales, con normas internas producidas por ellas mismas, suficientemente claras y transparentes como para inspirar confianza a los miles de pequeños agricultores.

En términos de la relación entre productores y empresas agropecuarias, la literatura internacional que aborda estos vínculos está concentrada en lo que se ha llamado *contract farming* o agricultura por contratos. Bijman (2008), por ejemplo, estudia los potenciales beneficios de *contract farming* en los productores. Su trabajo de revisión de la literatura demuestra que los beneficios de esta práctica están relacionados principalmente con la reducción de los costos de transacción, así como con obtener una adecuada supervisión que permita mejorar la calidad del producto y asegurar el mercado. Este autor afirma que, en un principio, estos beneficios son los mismos tanto para los pequeños como para los grandes productores, pero la desventaja de negociar con los primeros es que los potenciales beneficios pueden reducirse o desaparecer con el tiempo.

Reardon y otros (2009) realizan una evaluación de la literatura sobre el proceso de agroindustrialización y sus impactos en los productores, con especial énfasis en los agricultores que dirigen unidades agropecuarias de menor tamaño. Su estudio concluye que las empresas suelen aceptar a pequeños productores cuando ellos son los que dominan la estructura agraria, y además tienden a proveerles activos «no terrestres» como riego, equipamiento agrícola y acceso a caminos pavimentados, lo cual mejora su actividad productiva y genera beneficios para ambas partes.

De manera más empírica, BIRTHAL y otros (2005) encontraron que los márgenes brutos que obtuvieron los agricultores en el esquema de *contract-farming* fueron casi el doble que aquellos que ganaron los agricultores que no contaban con este tipo de arreglo. Su estudio demuestra que esto se producía, en gran medida, porque los primeros incurrían en menores costos de producción y, sobre todo, de comercialización; y además, recibían precios que eran 8% mayores que los que recibía el resto de agricultores.

Asimismo, Bellemare (2012) analiza los impactos de *contract-farming* en seis regiones de Madagascar, utilizando en la muestra diferentes empresas y

diferentes cultivos. Los resultados demuestran que un incremento del 1% en la probabilidad de participar en *contract-farming* implica, en promedio, un incremento del 0,6% en los ingresos totales del hogar y un aumento del 0,5% en los ingresos del hogar por adulto equivalente. Estos incrementos vienen dados por transferencias tecnológicas de las empresas hacia los hogares productores.

En la misma línea, Barret y otros (2012) presentan los resultados de cinco estudios, realizados en diferentes países, sobre los efectos de la participación de pequeños productores en *contract-farming*. Una preocupación inicial de los autores está relacionada con los determinantes de la ubicación de las empresas. Ellos encuentran que estas prefieren ubicarse en zonas que cuentan con mayor acceso al agua y a caminos, así como en lugares donde los factores ambientales determinan que la agricultura sea más rentable. Esta selección voluntaria es importante a la hora de medir posibles impactos, y también se debe tomar en cuenta que este tipo de arreglos pueden estar incrementando la disparidad espacial. Tomando en cuenta estos aspectos, el estudio encuentra un incremento en los ingresos de los pequeños productores involucrados en este tipo de arreglos respecto a pequeños productores que no lo están.

En el caso peruano, y específicamente en la costa del país, Escobal y otros (2000) analizan los efectos de la agroindustrialización en el valle de Chíncha. El estudio afirma que la emergente demanda mundial por productos de calidad, la falta de capacidad de gestión de los pequeños productores de la zona y la ausencia de ayuda del Gobierno conllevaron a la aparición de dos innovaciones institucionales: por un lado, contratos entre firmas agroindustriales y grandes productores para proveer productos de calidad (espárragos); y por otro, contratos de servicios entre las empresas y los pequeños productores de cultivos de menor calidad (algodón). El estudio demuestra que en este segundo tipo de arreglos, en los cuales las empresas brindan asesoría en los procesos de gestión y los productores pagan a cambio un porcentaje de sus ventas, se generan incrementos en el empleo y los ingresos de los pequeños productores.

Como mencionamos en la introducción, un interés particular de este estudio es evaluar el desempeño de productores que se vinculan a empresas

mediante sus asociaciones. Esta estrategia podría ayudar a mejorar el poder de negociación de los productores dentro de la cadena, sobre todo de los pequeños, y por tanto resultar más beneficiosa para ellos. No hemos podido encontrar, sin embargo, estudios internacionales o nacionales que analicen esta posibilidad.



## 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PRODUCTORES

La información del IV CENAGRO 2012 nos permitió identificar a los productores que se encuentran vinculados a organizaciones productivas, a empresas agropecuarias o a ambas. Asimismo, hizo posible caracterizar a los productores en cada una de estas categorías, así como realizar el mapeo de las zonas donde ellos se ubican a nivel distrital.

En esta investigación se ha trabajado solamente con personas naturales; es decir, se ha excluido las demás condiciones jurídicas, como son empresas, comunidades nativas y campesinas, y otros. Se tomó esta decisión porque las condiciones jurídicas excluidas cuentan con una estructura y una dinámica distintas de las que tienen los productores naturales. Además, varias de las variables que se utilizarán en el modelo que se propone más adelante solamente se recogieron para las personas naturales, por lo que el modelo no se podría aplicar a otras condiciones jurídicas

### 2.1. Productores vinculados a organizaciones productivas

El IV CENAGRO 2012 presenta una lista bastante amplia de organizaciones.<sup>3</sup> Sin embargo, algunas de estas no son necesariamente de carácter productivo. Se ha considerado como organización productiva a todas las organizaciones, menos a las siguientes: a) comisión de regantes, b) comité de regantes, c) asociación de rondas campesinas y d) federación unitaria de campesinos. Estas organizaciones han sido excluidas porque algunas están vinculadas

---

3 En el anexo 2 se presenta la lista completa de organizaciones del IV CENAGRO.

principalmente a la gestión del agua, y otras son de carácter sociopolítico y no productivo.

El total de productores identificados se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1**  
**Productores en organizaciones productivas**

	2012			
	Costa	Sierra	Selva	Total
Unidades agropecuarias	357 561	1 444 530	458 882	2 260 973
Personas naturales	354 295	1 435 657	456 750	2 246 702
En organizaciones	205 657	252 940	56 301	514 898
En organizaciones (productivas)	34 837	42 813	44 378	122 028
Porcentaje del total de personas naturales	9,83%	2,98%	9,72%	5,43%

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Se puede apreciar que, en la costa y la selva, los productores que pertenecen a organizaciones productivas representan aproximadamente el 10%, mientras que en la sierra este porcentaje es de solamente el 3%.

El motivo por el cual se ha excluido a ciertas organizaciones del análisis y se las ha catalogado como organizaciones no productivas es porque tienen una dinámica distinta, y los beneficios que generan para sus participantes difieren de los que ofrecen las organizaciones productivas, como se puede ver en la tabla 2.

La tabla 2 indica que el beneficio principal que ofrecen las organizaciones no productivas es el abastecimiento de agua, mientras que las demás alternativas tienen porcentajes menores del 5%. Por el lado de las organizaciones productivas, el principal beneficio también es el abastecimiento de agua, pero este solamente representa el 32%, mientras que otras alternativas —como asistencia técnica y/o capacitación, abastecimiento de insumos agrícolas y/o pecuarios, acceso al mercado exterior para la venta y acceso a mercados locales/nacionales para la venta— también obtienen un porcentaje importante, lo que evidencia las diferencias entre estos dos tipos de organizaciones.

**Tabla 2**  
**Beneficios por pertenecer a una organización**

Beneficio*	Productores en organizaciones (%)	
	Organizaciones productivas	Organizaciones no productivas
Abastecimiento de insumos agrícolas y/o pecuarios	22,30	4,00
Acceso a mercados locales/nacionales para la venta	12,60	0,60
Acceso al mercado exterior para la venta	13,50	0,10
Asistencia técnica y/o capacitación	24,00	2,50
Acceso a servicios financieros y/o crédito	4,30	0,40
Abastecimiento de agua	31,87	83,78
Otro	7,70	0,70
Ningún beneficio o servicio	29,50	10,20

\*La respuesta es de alternativa múltiple, por eso los porcentajes no suman 100%.

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

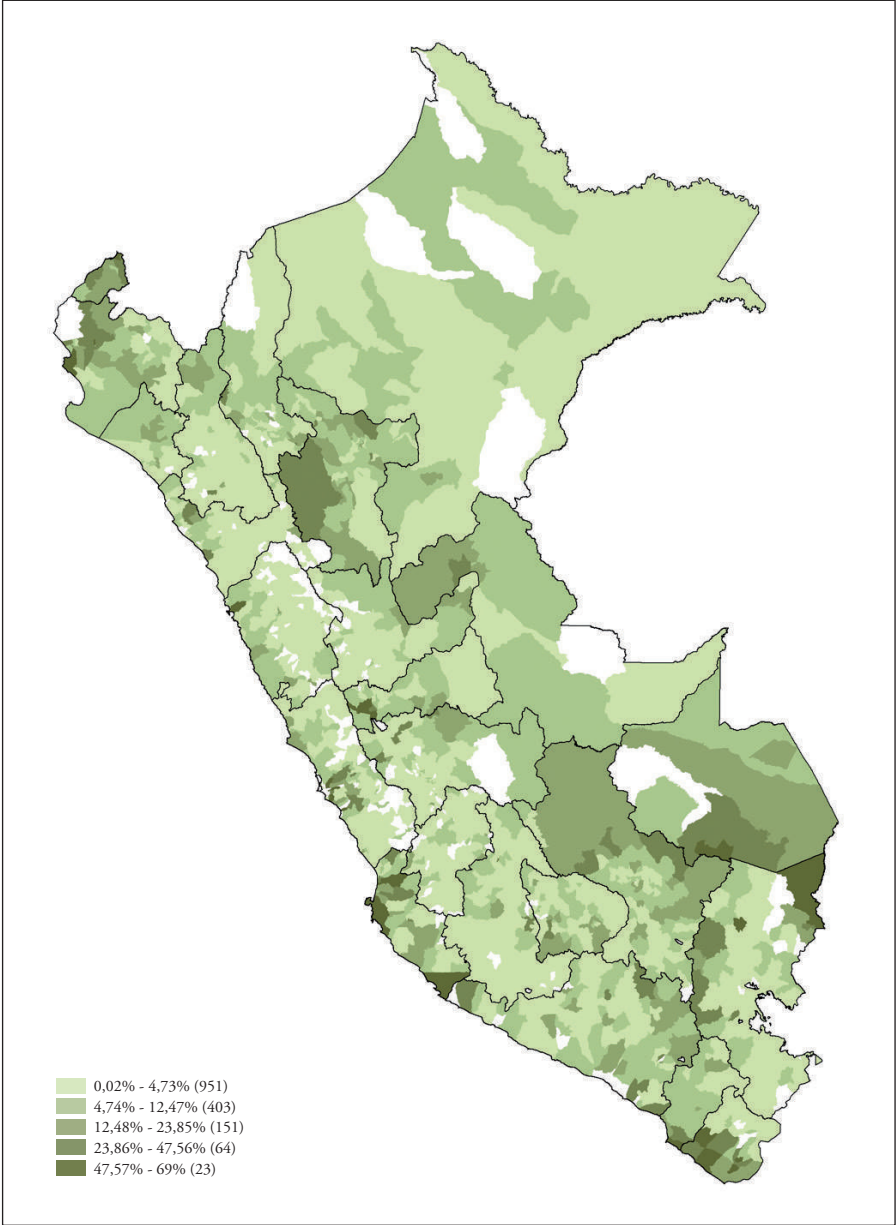
En el mapa 1 se puede ver en qué espacios se concentran estos productores. Se puede apreciar una fuerte concentración de productores en organizaciones productivas en regiones como Sullana (Piura), donde existen organizaciones vinculadas al plátano orgánico; en Chíncha (Ica), donde destaca la fuerte presencia de productores algodoneros; y en Sandía (Puno), donde hay una gran cantidad de productores en organizaciones ligadas al café.

## 2.2. Productores vinculados a empresas

El IV CENAGRO 2012 no ofrece información explícita acerca del vínculo de los productores con empresas. Sin embargo, es posible aproximarse a este atributo utilizando información sobre los cultivos de las empresas y los productores.

En el anexo 3 se presenta una breve descripción de dónde se ubican las empresas registradas en el IV CENAGRO y los resultados de un modelo que busca conocer los determinantes de esta ubicación (en el anexo 4 se detallan los resultados del modelo). Este análisis es importante, pues la ubicación de los productores vinculados a empresas depende de dónde se hayan instalado estas últimas.

**Mapa 1**  
**Localización de los productores en organizaciones productivas**



Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Una vez ubicadas las empresas y los distritos donde se encuentran, se procedió a identificar a los productores vinculados a estas. Para ello, se evaluaron los cultivos que siembran tanto las empresas como los productores, y se determinó que un productor está vinculado a una empresa si él siembra y destina a la venta al menos un producto que la empresa siembra de manera significativa<sup>4</sup> en su mismo distrito.

Es importante señalar que con este criterio se podría identificar a productores que no necesariamente están vinculados a las empresas que se encuentren en su entorno; sin embargo, es probable que, de todas formas, estos productores se vean afectados en alguna medida por la presencia de la empresa en su área (Goldsmith 1985). En términos de posibles efectos positivos, se pueden señalar los nuevos servicios o infraestructura que llegan a la zona debido a la influencia de la empresa, y de los cuales podrían beneficiarse los productores: nuevos caminos, extensión de canales de riego, presencia de entidades especializadas en el control de plagas y la sanidad alimentaria, nuevas ofertas de asistencia técnica, entre otros. En el caso de empresas que además realizan procesos de transformación de productos o empresas agroindustriales, aunque no necesariamente se relacionen con los productores de la zona por lo menos comprando sus productos, es probable que la posibilidad de esta compra genere efectos positivos en los precios por la potencial competencia con otros compradores. Es posible, también, que puedan aparecer otro tipo de efectos, ya no beneficiosos para los productores, como por ejemplo conflictos por recursos como el agua de riego.

De acuerdo con el criterio presentado, en la tabla 3 se muestra el número de productores identificados como vinculados a empresas.

---

4 Que represente por lo menos el 20% de la superficie agrícola. Si bien este valor fue elegido de manera arbitraria, no existe mucha variación en el número de productores vinculados a empresas al usar otros porcentajes: con un 33%, se identifica a 22 018 productores; y con un 50%, a 20 321. En el anexo 8 se presentan los efectos para los tres tipos de estrategias utilizando el corte del 20%, 33% y 50%; como se puede observar, las diferencias son mínimas.

**Tabla 3**  
**Productores vinculados a empresas**

	2012			
	Costa	Sierra	Selva	Total
Unidades agropecuarias	357 561	1 444 530	458 882	2 260 973
Personas naturales	354 295	1 435 657	456 750	2 246 702
Productores vinculados empresas	18 788	2249	2676	23 713
Porcentaje del total de personas naturales	5,30%	0,16%	0,59%	1,06%

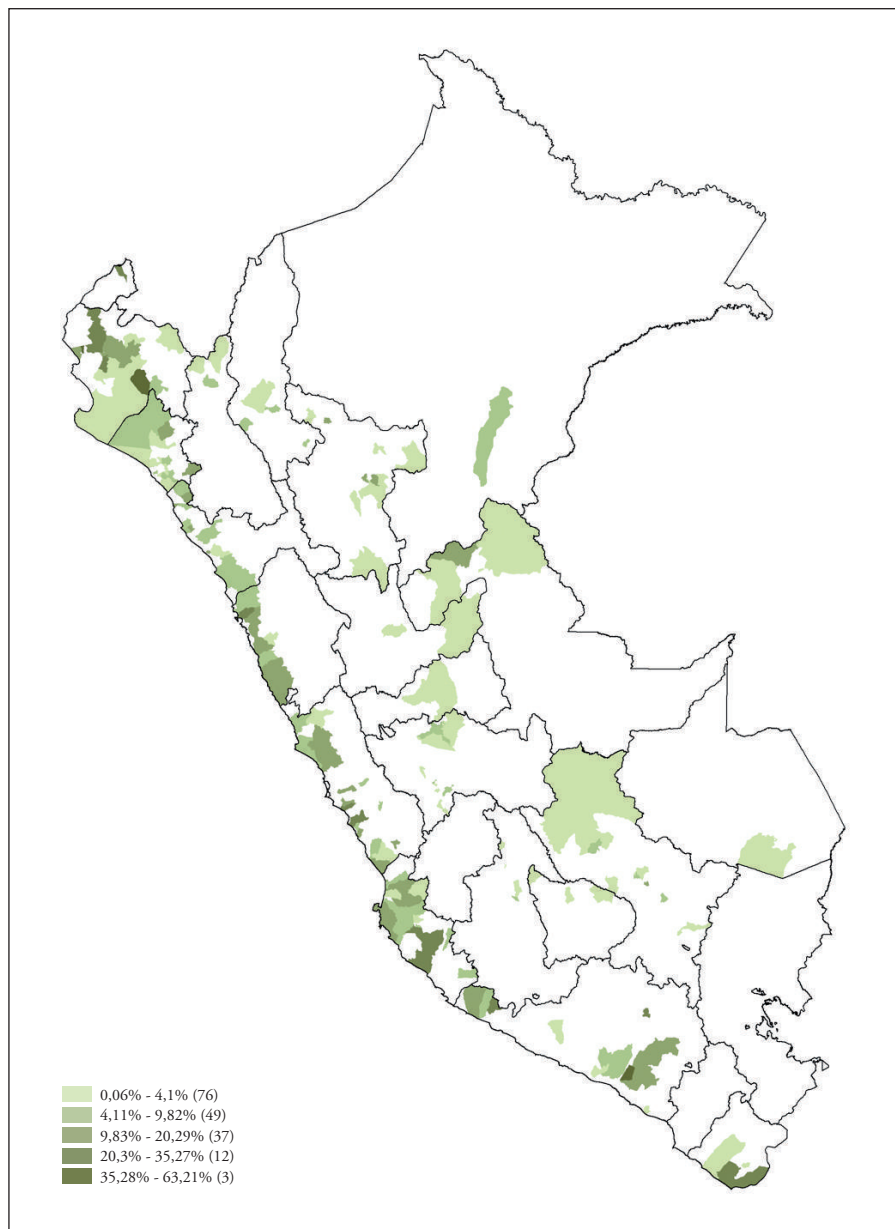
Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

**Tabla 4**  
**Principal producto de los productores vinculados a empresas, por región**

Departamento	Productores	Porcentaje	Principal cultivo vinculado
Piura	6587	27,78	Arroz
Lima	3691	15,57	Vid
Ica	2193	9,25	Vid y algodón
La Libertad	1551	6,54	Caña de azúcar
Tacna	1397	5,89	Vid y olivo
Lambayeque	1270	5,36	Arroz
Arequipa	1206	5,09	Tuna para cochinilla
Áncash	1092	4,61	Mango
Cusco	992	4,18	Maíz amiláceo
Cajamarca	817	3,45	Café
Junín	747	3,15	Café
San Martín	651	2,75	Arroz
Ucayali	307	1,29	Palma aceitera
Amazonas	304	1,28	Café
Tumbes	284	1,2	Arroz
Pasco	162	0,68	Café
Ayacucho	128	0,54	Papa blanca
Apurímac	118	0,5	Vergel frutícola
Loreto	98	0,41	Maíz amarillo duro
Huánuco	85	0,36	Cacao
Madre de Dios	22	0,09	Plátano
Huancavelica	10	0,04	Maíz amiláceo
Puno	1	0	Café

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

**Mapa 2**  
**Localización de los productores vinculados a empresas**



Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Como era de esperarse, el mayor número de productores vinculados a empresas se encuentra en la costa. En la sierra y la selva, el porcentaje es menor del 1%. En el mapa 2 se ha mostrado dónde se concentran principalmente estos productores.

En la tabla 4 se pueden ver las regiones donde se ubican los productores relacionados con empresas, junto con el principal producto por el cual se vinculan.

En la costa, los principales cultivos por los cuales se vinculan los productores a las empresas son el arroz y la vid, mientras que en la sierra y ceja de selva el cultivo que destaca es el café. A nivel nacional, los principales cultivos por los cuales se vinculan los productores a las empresas son el arroz, el maíz, el mango y la vid.

### 2.3. Productores vinculados a organizaciones productivas y empresas

Esta última categoría se ha calculado como la conjunción de las dos categorías antes presentadas. Los productores identificados en esta categoría son 3610, quienes se distribuyen en las regiones naturales como muestra la tabla 5.

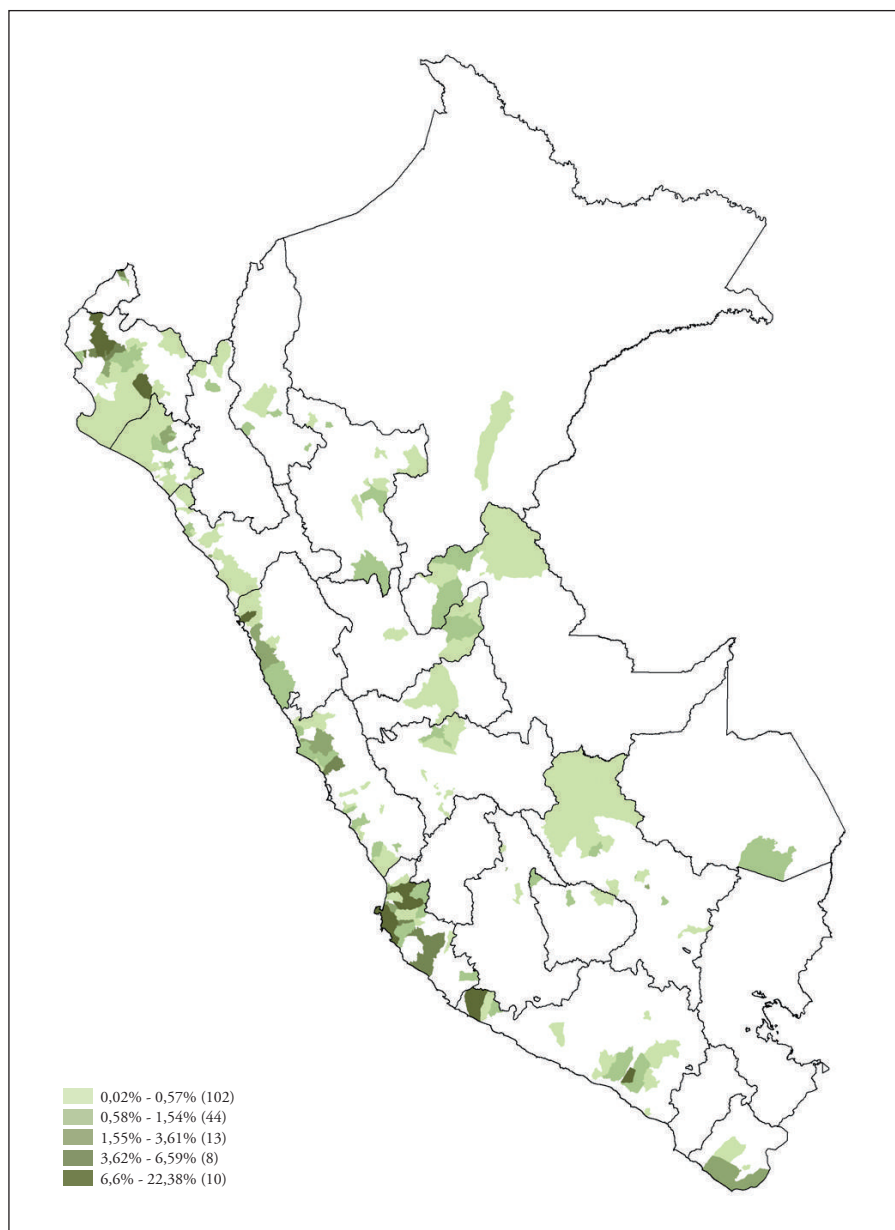
**Tabla 5**  
**Productores en organizaciones productivas y vinculados a empresas**

	2012			
	Costa	Sierra	Selva	Total
Unidades agropecuarias	357 561	1 444 530	458 882	2 260 973
Personas naturales	354 295	1 435 657	456 750	2 246 702
En organizaciones (productivas)	34 837	42 813	44 378	122 028
Vinculados a empresas	18 788	2249	2676	23 713
Vinculados a organizaciones productivas y empresas	2989	201	420	3610
Porcentaje del total de personas naturales	0,84%	0,01%	0,09%	0,16%

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.



**Mapa 3**  
**Localización de productores en organizaciones productivas**  
**y vinculados a empresas**



Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Como se puede apreciar, no existe mucha intersección entre ambas categorías, debido a lo cual los porcentajes en cada región natural son menores del 1%. En el mapa 3 se presenta la ubicación de estos productores.

Entre los productores identificados resaltan los de limón en Piura, los de algodón en Ica y los de olivo en Tacna, entre otros. También se ha identificado a una gran cantidad de productores de maíz en Lima.

### 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES IDENTIFICADOS EN LA COSTA PERUANA

Con el fin de ir conociendo las características de cada grupo identificado e ir comprobando si existen diferencias entre ellos, en la tabla 6 se presenta una serie de variables importantes para el análisis que se llevará a cabo más adelante.

Como se ha podido observar en la identificación de los productores —sobre todo en el caso de los vinculados a empresas, y a organizaciones productivas y empresas en simultáneo—, la mayor proporción de ellos se encuentra en la costa, tanto en número de productores como en porcentaje del total. Debido a esto, se ha optado por trabajar solamente con los productores de esta región natural.

Asimismo, es importante destacar que como se desea conocer los efectos de pertenecer a alguna de las tres categorías identificadas, en lo que resta del texto se ha excluido de la categoría *productores vinculados a organizaciones productivas* a aquellos que pertenecen a organizaciones y empresas en simultáneo, y lo mismo se ha hecho con los productores vinculados a empresas. Por ello, las características y los efectos que se encuentren en las categorías *productores vinculados a organizaciones productivas* y *productores vinculados a empresas* se refieren a los que pertenecen de manera exclusiva a la categoría correspondiente.

En la tabla 6 se presentan, pues, las características de los productores identificados en las diferentes categorías. Con el fin de facilitar su visualización, las categorías se han dividido en ocho.

**Tabla 6**  
**Caracterización de los productores identificados**

	Vinculados a organizaciones	Vinculados a empresas	Vinculados a organizaciones y empresas	No vinculados
<b>Características generales de los productores</b>				
Productores	34 837	18 788	2989	303 659
Porcentaje de jefes de hogar hombres	75,73	77,14	83,51	69,75
Nivel educativo del jefe de hogar	4,8	4,9	4,9	4,4
Porcentaje de jefes de hogar con lengua materna indígena	10,51	5,79	5,92	4,83
Porcentaje de productores que son comuneros	3,37	1,65	1,77	5,15
Porcentaje de jefes de hogar que saben leer y escribir	93,99	92,98	93,74	90,78
Número de miembros del hogar	3,6	3,5	3,7	3,5
Número de miembros del hogar que trabajan en la unidad agropecuaria (UA)	2,3	2,2	2,2	2,4
Porcentaje de productores que viven en la UA	20,17	28,06	19,74	22,49
Porcentaje de productores que realizan otras actividades, fuera de su predio, para obtener ingresos	2,98	2,27	1,87	2,19
<b>Ubicación de los productores</b>				
Metros de altitud	325	184	180	432
Distancia en horas hasta una ciudad de 50 000 habitantes	2,5	2,0	2,1	3,7
<b>Superficie con la que cuentan los productores</b>				
Superficie total (ha)	5,0	9,2	7,8	3,4
Superficie equivalente (ha)	3,7	8,5	7,4	2,8
Gini de la tierra distrital	0,557	0,565	0,502	0,609
Porcentaje de la superficie que cuenta con título	48,98	65,41	55,88	51,62
Porcentaje de productores que adquirieron las tierras por herencia	20,38	27,98	18,77	38,48
Porcentaje de la superficie cultivada cuya producción se destina a la venta	87,02	97,56	97,28	77,86
<b>Densidad de vinculación de los productores en el distrito</b>				
Porcentaje de productores vinculados a organizaciones en el distrito	27,18	16,36	29,98	7,62
Porcentaje de productores vinculados a empresas en el distrito	8,82	18,13	20,66	4,29

	Vinculados a organizaciones	Vinculados a empresas	Vinculados a organizaciones y empresas	No vinculados
Densidad de vinculación de los productores en el distrito				
Porcentaje de productores vinculados a organizaciones y empresas en el distrito	2,57	3,29	7,48	0,56
Razón de siembra				
Porcentaje de razón: precio del producto y mercado asegurado	32,63	34,66	39,41	19,05
Porcentaje de razón: precio del producto	5,49	8,04	7,19	5,09
Porcentaje de razón: mercado asegurado	27,13	26,61	32,22	13,96
Porcentaje de razón: siempre siembra lo mismo	22,37	28,84	22,25	31,76
Porcentaje de razón: son cultivos de poco gasto	24,15	20,35	15,93	32,44
Buenas prácticas, crédito y mano de obra				
Porcentaje de productores que usan semillas mejoradas	43,85	54,53	62,53	38,80
Porcentaje que usan control biológico	14,13	18,09	24,39	8,75
Porcentaje que reciben atención técnica, capacitación técnica o asesoría empresarial	44,75	30,57	57,98	13,91
Porcentaje que cuenta con certificación orgánica para alguno de sus cultivos	17,42	6,35	28,60	0,79
Porcentaje de productores con riego tecnificado	11,28	9,91	15,02	3,50
Porcentaje de productores que recibieron créditos	31,46	30,98	41,35	17,69
Trabajadores eventuales	19,2	27,0	32,0	14,0
Trabajadores permanentes	0,13	0,22	0,34	0,07
Valor de los activos (en nuevos soles)				
Valor de la infraestructura	13 967	10 866	10 517	7290
Valor de la maquinaria	8142	10 800	13 056	4134
Valor del ganado	8295	3850	4496	4852
Valor de la tierra	117 817	270 481	233 754	89 281
Valor total de los activos	148 222	295 997	261 822	105 557
Valor de los activos (sin tierra)	30 405	25 517	28 069	16 276
Valor de los activos (sin tierra ni ganado)	22 110	21 667	23 573	11 424
Bienestar de los productores				
Porcentaje de beneficiarios del programa Juntos	1,72	0,27	0,23	4,72
Porcentaje de productores que migran para realizar otras actividades	42,43	39,02	38,64	42,64

	Vinculados a organizaciones	Vinculados a empresas	Vinculados a organizaciones y empresas	No vinculados
<b>Bienestar de los productores</b>				
Porcentaje de productores que consideran que la actividad agropecuaria les genera ingresos suficientes	34,69	42,01	48,75	25,71
Porcentaje de productores con algún hijo que haya cursado educación superior	30,94	32,46	36,17	23,77

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

En cuanto a las características generales, se puede apreciar que el mayor porcentaje de jefes de hogar hombres se encuentra en el grupo de productores vinculados a organizaciones y empresas. Además, el nivel educativo se incrementa conforme se pasa de productores no vinculados a organizaciones, a empresas, y a organizaciones y empresas. Un dato importante es el porcentaje de productores con lengua materna indígena que se encuentran vinculados a organizaciones. Probablemente, ellos son productores nativos vinculados tanto entre sí como con otros productores, con quienes conforman organizaciones productivas. Finalmente, resalta el porcentaje de productores vinculados a empresas que declaran vivir en el predio.

En cuanto a la ubicación de los productores, quienes viven a menor altitud se vinculan más con organizaciones y empresas, mientras que quienes residen más cerca de ciudades grandes se vinculan únicamente a empresas. También resaltan las diferencias de tamaño de los predios, tanto en superficie total como en superficie equivalente: los productores vinculados a empresas cuentan con predios de mayor tamaño y con mayor superficie titulada. Además, se observa la fuerte orientación hacia la venta por parte de los productores en general, aunque esta es mayor entre aquellos vinculados a empresas, y a empresas y organizaciones.

La densidad de la vinculación de los productores del distrito demuestra que a mayor concentración de un tipo específico de productores vinculados, se incrementa el porcentaje de productores vinculados de ese tipo. Con referencia a las buenas prácticas, se observa que estas se presentan sobre todo en los grupos vinculados a empresas, y a empresas y organizaciones.

El valor de los activos no muestra un patrón claro. Los productores vinculados a organizaciones cuentan con un mayor valor de activos de infraestructura y ganado; los vinculados a empresas y organizaciones, en cambio, cuentan con un mayor valor de maquinaria; por último, los vinculados a empresas poseen un mayor valor de tierra y de activos totales.

Finalmente, en cuanto a las variables que miden el bienestar de los productores, se observa que el porcentaje de beneficiarios del programa Juntos<sup>5</sup> es casi nulo tanto entre los productores vinculados a empresas como entre los vinculados a empresas y organizaciones. Asimismo, el porcentaje de productores que declaran que la actividad agropecuaria les genera suficientes ingresos es bastante más alto en ambos grupos.

---

5 Este indicador no parece ser muy confiable, dado que en la base del CENAGRO se identifica un subreporte de hogares que participan en Juntos respecto a las estadísticas oficiales.





## 4. METODOLOGÍA

Si bien en un primer momento la idea de este trabajo era abordar los impactos del incremento de productores vinculados a organizaciones, empresas, y organizaciones y empresas, entre el III y IV CENAGRO nos encontramos con trabas para llevar a cabo esta tarea debido a que la data no es del todo homogénea.

Por un lado, utilizar los mismos criterios que en la identificación de los productores vinculados a organizaciones en el III y IV CENAGRO resulta algo complicado, pues las categorías de organizaciones han cambiado. Si se intenta recategorizar las categorías de productores para contar con datos homogéneos, se encuentra que, en el III CENAGRO, 107 235 productores declararon pertenecer a una organización, y cuando se les preguntó por el tipo de organización, marcaron «Otros». Esta cifra es bastante alta, y a pesar de que sobre la base de la ubicación y los activos de los productores se puede intentar inferir el tipo de organización a la que pertenecían, no se podrá alcanzar la certeza total, por lo que se corre el riesgo de generar distorsiones o sesgos en la data.

Además, como se verá más adelante, existen grandes diferencias entre los grupos en términos de la distancia en horas a una ciudad de 50 000 habitantes, y esta variable jugará un papel importante a la hora de emparejar a los productores. Para construir esta variable, es necesario saber la distancia en horas del predio a la capital distrital, y este dato no fue recogido en el III CENAGRO.

Debido a ello, se decidió utilizar principalmente el IV CENAGRO 2012, pero incorporando información de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2014, y trabajar con la metodología que se presenta a continuación. Como

se especifica después, el principal modelo utilizado fue Entropy Balancing, mientras que el modelo Propensity Score Matching se usó como prueba de robustez y, a su vez, para estimar el impacto en el ingreso neto agropecuario per cápita.

#### 4.1. Entropy Balancing

Es conocido que solamente con un experimento aleatorio se puede garantizar que no existan sesgos en las covariables, tanto observables como no observables. Sin embargo, diversos factores impiden que este tipo de experimentos se lleve a cabo. Debido a ello, se han buscado métodos para aproximar los resultados de los estudios que se realizan a los de los experimentos aleatorios; entre las técnicas más usadas y que se han ido complejizando cada vez más se encuentran los métodos de emparejamiento (Stuart 2010).

El uso del Propensity Score —definido como la probabilidad de recibir un tratamiento, dadas las covariables observables— se ha popularizado entre los investigadores de diversas ramas, pero cuando no existe una regla de asignación clara del tratamiento o se presenta un *set* muy grande de covariables, su utilización indiscriminada puede generar sesgos.

Esto se debe, por un lado, a que este método balancea las medias de las covariables observables, pero no hace lo mismo con otros momentos de la distribución. Además, cuando no se cuenta con distribuciones simétricas en las covariables —como cuando se cuenta con covariables binarias, categorías y/o variables continuas sesgadas en una distribución—, se puede reducir el sesgo en algunas variables, pero aumentarlo en otras, por lo que, al final, se obtienen estimaciones de impacto sesgadas (Diamond y Sekhon 2006).

Debido a esto, Hainmueller (2011) introduce el método de Entropy Balancing como alternativa de método de emparejamiento. Este método se basa en un esquema de reponderación de pesos de las observaciones —o generación de pesos, en caso de que las observaciones carezcan de pesos

previos— que permite que tanto el grupo de tratamiento como el grupo de control satisfagan una serie de condiciones de equilibrio basadas en el primer momento (media), segundo momento (varianza) y tercer momento (sesgo).

En este documento se precisan cuatro ventajas del Entropy Balancing frente al Propensity Score Matching: a) se obtiene un mejor balance de las covariables entre los tratados y controles; b) todos los controles obtienen un peso mayor de 0, por lo que ninguna observación se descarta y, por lo tanto, se puede decir que se retiene más información; c) debido a que el proceso genera un *set* de pesos, se puede considerar que es sumamente versátil, pues estos pesos pueden ser usados en otros modelos; y d) siempre que exista un *set* de pesos que permita balancear la muestra, la solución es computacionalmente sencilla de hallar y su búsqueda no demanda mucho tiempo (por lo general solo toma segundos). En el anexo 5 se especifica el sistema de ecuaciones que el proceso minimiza para obtener los pesos óptimos.

Sobre la base de la evidencia encontrada en la literatura internacional, así como de las principales características de cada tipo de productor según el IV CENAGRO, las covariables que se balancearon entre tratados y controles han sido las siguientes: metros de altitud, nivel educativo del jefe de hogar, porcentaje de jefes de hogar hombres, porcentaje de productores que poseen tierra por herencia, porcentaje de hogares que viven en el predio, número de miembros del hogar, porcentaje de jefes de hogar con lengua materna indígena, distancia en horas a una ciudad de 50 000 habitantes, porcentaje de la superficie que cuenta con título, porcentaje de productores que tienen teléfono, superficie equivalente del predio, porcentaje de productores que son comuneros, porcentaje de productores que saben leer y escribir, porcentaje de productores que realizan fuera de su predio otras actividades que generan ingresos y el Gini de la superficie equivalente de los productores naturales del distrito. Esta última variable se desprende del trabajo de La Ferrara (2002) y de los resultados de la estimación de los determinantes de la cantidad de empresas por distrito mostrados en el anexo 3 (tabla A-6). Adicionalmente, se ha incluido el porcentaje de agricultores vinculados a organizaciones productivas dentro del distrito, el porcentaje de agricultores vinculados

a empresas o el porcentaje de agricultores vinculados a organizaciones productivas y empresas, dependiendo del caso.

Una vez que se obtuvo el *set* de pesos que logra balancear la muestra, se estimaron los efectos de la pertenencia a alguna de las categorías, para lo cual se utilizó una regresión ponderada por los pesos obtenidos en el Entropy Balancing de la siguiente manera:

$$Y_i = \alpha + \beta T_i + \varepsilon_i$$

Donde  $i$  representa a los diferentes productores tratados y no tratados,  $Y$  representa la variable de resultado de intereses,  $T$  es una variable dicotómica que toma el valor de 1 cuando el productor pertenece al grupo que se está evaluando —vinculados a organizaciones productivas, vinculados a empresas, o vinculados a empresas y organizaciones—,  $\beta$  es el efecto por pertenecer al grupo que se está evaluando y  $\varepsilon$ , el error de la regresión.

Es importante distinguir que podría haber efectos heterogéneos en las diferentes subpoblaciones. En nuestro caso, nos interesa saber si los pequeños productores<sup>6</sup> muestran efectos diferentes que los que tiene el resto de productores por pertenecer a una categoría. Para calcular este efecto, se ha utilizado la siguiente regresión ponderada por los pesos obtenidos en el Entropy Balancing:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 T_i + \beta_2 TX_i + \beta_3 X_i \varepsilon_i$$

En la ecuación 2,  $X$  es una variable dicotómica que toma el valor de 1 cuando el productor es pequeño y de 0 cuando no lo es,  $\beta_2$  es el efecto marginal de la pertenencia a una categoría por ser pequeño y  $(\beta_1 + \beta_2)$  es el efecto total en esa categoría. En la siguiente sección se muestran los resultados de las regresiones.

<sup>6</sup> Los pequeños productores fueron identificados como aquellos que contaban con 3 hectáreas de superficie equivalente o menos. Este grupo representa el 76% de todos los productores de la costa, el 64% de los productores de la costa que pertenecen a organizaciones productivas, el 54% de los productores de la costa vinculados a empresas, y el 49% de los productores vinculados a organizaciones productivas y empresas en simultáneo.

Para obtener los efectos, en todos los casos se ha tomado como controles a los productores que no pertenecen a ninguna categoría; es decir, a los 303 659 productores que registra la tabla 6. De esta manera, los tres tipos de vinculación se están comparando contra la misma población de referencia, y por lo tanto, los efectos de pertenecer a cualquiera de las tres categorías se vuelven comparables entre sí.

#### 4.2. Propensity Score Matching

Como prueba de robustez de los resultados, se han calculado los efectos de pertenecer a alguna de las categorías con cuatro tipos de Propensity Score Matching: 1:1 sin reemplazo, 1:1 con reemplazo, 3 vecinos y kernel.

Para llevar a cabo estas estimaciones, fue necesario construir un indicador que mostrara la probabilidad que tiene cada productor de estar vinculado a una organización, empresa, u organización y empresa. Para ello, se utilizó un modelo de elección discreta Probit, en el cual la variable dependiente dicotómica es si el productor pertenece o no a una organización productiva, empresa o ambos, dependiendo del caso. El cálculo se realizó sobre las mismas covariables utilizadas en el método de Entropy Balancing.

Tomando en cuenta estas consideraciones, el modelo quedó definido de la siguiente manera:

$$\text{Prob}(T = 1) = F(X, \beta)$$

Donde  $T$  es una variable dicotómica que identifica a los productores que pertenecen a una categoría ( $T_i = 1$ ) y a aquellos que no ( $T_i = 0$ ),  $F(.)$  es una función de distribución y  $X$  son los atributos observables de los productores invariables por la participación (variables estructurales). Los coeficientes  $\beta$  indican la relación entre estas variables y la probabilidad de que el productor pertenezca a alguna forma de categoría.

Una vez que se obtuvo la probabilidad de estar vinculado a una organización, empresa, u organización y empresa, se utilizaron los métodos de emparejamiento. Los resultados de estas estimaciones se muestran en el anexo 7.

## 5. RESULTADOS

Utilizando la metodología descrita en la sección anterior, se han podido identificar los impactos de la pertenencia a cada una de las categorías. Para cada categoría, se presentará el balance de las covariables logrado al utilizar Entropy Balancing y los efectos que se han encontrado para las variables de resultado, tanto para todos los productores como solo para los pequeños.

En el anexo 6 se muestran los resultados del balanceo de las covariables en sus tres primeros momentos de la distribución para cada categoría.

### 5.1. Resultados para todos los productores

Los efectos encontrados para cada una de las estrategias se presentan en la tabla 7.

**Tabla 7**  
**Resultados para todos los productores**

Variables	Vinculados a organizaciones productivas		Vinculados a empresas		Vinculados a organizaciones productivas y empresas	
	Efecto	Sig.	Efecto	Sig.	Efecto	Sig.
	Orientación al mercado y razón de siembra					
Porcentaje de la superficie cultivada cuyos productos son destinados a la venta	2,12	**	10,08	**	6,56	**
Porcentaje razón: precio del producto y mercado asegurado	8,34	**	2,77	**	9,12	**
Porcentaje razón: precio del producto	0,14		1,46	**	1,42	**

Variables	Vinculados a organizaciones productivas		Vinculados a empresas		Vinculados a organizaciones productivas y empresas	
	Efecto	Sig.	Efecto	Sig.	Efecto	Sig.
Orientación al mercado y razón de siembra						
Porcentaje razón: mercado asegurado	8,20	**	1,31	**	7,70	**
Porcentaje razón: siempre siembra lo mismo	-8,20	**	1,96	**	-7,80	**
Porcentaje razón: son cultivos de poco gasto	-1,11	**	-2,77	**	-5,25	**
Buenas prácticas, crédito y mano de obra						
Porcentaje de productores que usan semillas mejoradas	2,30	**	7,17	**	8,58	**
Porcentaje de productores que usan control biológico	1,83	**	4,91	**	9,35	**
Porcentaje de productores que reciben atención técnica, capacitación técnica o asesoría empresarial	24,72	**	5,58	**	25,39	**
Porcentaje de productores que cuentan con certificación orgánica para alguno de sus cultivos	15,95	**	0,58	**	18,42	**
Porcentaje de productores que cuentan con riego tecnificado	1,59	**	1,36	**	7,91	**
Porcentaje de productores que recibieron créditos	7,33	**	4,74	**	9,86	**
Número de trabajadores eventuales	0,02	**	0,08	**	0,18	**
Número de trabajadores permanentes	2,33	**	11,96	**	15,26	**
Valor de los activos (en nuevos soles)						
Valor de la infraestructura	4583	**	2008	**	2840	**
Valor de la maquinaria	350		2903	**	4765	**
Valor del ganado	2734	**	-995	**	204	
Valor de la tierra	0		41		-14	
Valor total de los activos	7668		2957		7796	
Valor de los activos (sin tierra)	7667	**	2916	**	7809	**
Valor de los activos (sin tierra ni ganado)	4933	**	4911	**	7605	**
Bienestar de los productores						
Porcentaje de beneficiarios del programa Juntos	0,11		-0,26	**	-0,27	**
Porcentaje de productores que migran para realizar otras actividades	0,15		-1,03	**	-4,77	**
Porcentaje de productores que consideran que la actividad agropecuaria les genera ingresos suficientes	3,28	**	6,44	**	9,31	**
Porcentaje de productores con algún hijo que haya cursado educación superior	1,79	**	1,92	**	5,92	**

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.



Como se puede apreciar, existen efectos diferentes de acuerdo con el tipo de estrategia de vinculación que se esté analizando. En lo que respecta a la razón de siembra, se observa un incremento del 1,46% en los productores que responden «precio del producto» por estar vinculados a empresas, mientras que por estar vinculados a organizaciones productivas no se encuentra un efecto estadísticamente significativo. La razón mercado asegurado aumenta en 8,2% por estar vinculado a una organización productiva, mientras que el efecto por estar vinculado a una empresa es 1,3%.

En cuanto a las buenas prácticas, se observa un mayor incremento en el uso de semillas mejoradas y control biológico por estar vinculado a una empresa que por estar vinculado a una organización productiva, y en los dos casos el efecto aumenta por encontrarse vinculado a ambas. Sin embargo, al analizar los efectos sobre la atención técnica, la certificación, el riego tecnificado y el crédito, los resultados se invierten; es decir, el efecto por estar vinculado a una organización es mayor que el que se obtiene por estar vinculado a una empresa, y al igual que en los dos casos anteriores, el estar vinculado a ambas incrementa el efecto. Finalmente, al observar el efecto sobre los trabajadores eventuales y sobre los trabajadores permanentes, se halla el mismo patrón: si bien se percibe un efecto en las tres estrategias de vinculación, relacionarse con una empresa tiene un efecto mayor que estar vinculado a una organización productiva, y estar vinculado a una organización y a una empresa genera los mayores efectos.

Si bien en ninguna de las tres estrategias de vinculación se encuentran diferencias estadísticamente significativas en el valor total de los activos, sí hay efectos estadísticamente significativos al analizar el efecto sobre el valor de los activos —sin tierra ni ganado— en los tres casos. El efecto es bastante similar entre los productores vinculados a organizaciones productivas y los vinculados a empresas; sin embargo, este aumenta al estar vinculado a organizaciones productivas y empresas en simultáneo. Que no encontremos efectos positivos en el valor de ganado era, de alguna manera, esperable, dado que no estamos considerando la vinculación de productores con empresas ganaderas sino solamente agrícolas. En cuanto al valor de la tierra, en la medida en que este indicador usa un precio base para todas las hectáreas

similares en la costa, solo esperaríamos una diferencia significativa si los productores en algún tipo de articulación poseyeran o acumularan más tierra que sus pares, lo que no es un efecto esperado en ninguna de las estrategias.

Finalmente, en lo que se refiere a las variables de bienestar, no se observan efectos estadísticamente significativos para las variables de beneficiarios de Juntos ni para los productores que migran con el fin de realizar otra actividad por estar vinculados a una organización productiva, pero sí se encuentra un efecto negativo para los productores vinculados a una empresa, efecto que es aún mayor para los productores vinculados a organizaciones y empresas.

En cuanto a las variables de productores con algún hijo que haya cursado educación superior y los que declaran que la actividad agropecuaria les genera ingresos suficientes, si bien se encuentran efectos estadísticamente significativos en las tres estrategias de vinculación, el efecto por estar vinculado a una empresa es mayor que el efecto por estar vinculado a una organización productiva, y el efecto por estar vinculado a una organización productiva y una empresa en simultáneo es mayor que el efecto que se genera por estar vinculado a una empresa únicamente.

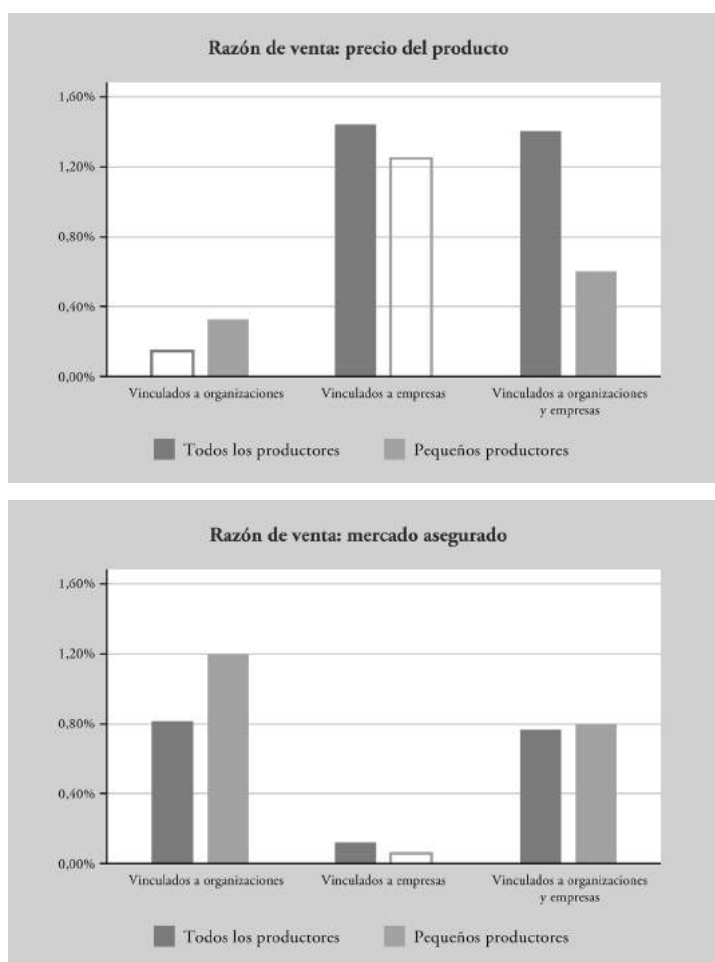
## 5.2. Resultados para los pequeños productores

La tabla con todos los resultados para este subgrupo se encuentran en el anexo 9. En esta sección se comentarán los principales efectos encontrados. Para poder comparar los resultados que se obtienen en este subgrupo con los resultados que se obtienen respecto a todos los productores, se presenta una serie de gráficos en los cuales la primera barra (de color oscuro) representa los resultados para todos los productores, mientras que la segunda barra (de color claro), los resultados para los pequeños productores. Asimismo, se presenta la barra transparente cuando no hay resultados significativos.

Se puede apreciar que existen diferencias en el efecto que perciben todos los productores respecto al efecto que perciben los pequeños productores, tanto en magnitud como en significancia. Como se muestra en el gráfico 1,

en el caso de la razón de venta se observa que estar vinculado a una empresa no tiene efectos en las razones precio del producto ni mercado asegurado para los pequeños productores, pero sí se encuentra un efecto en este grupo de productores cuando están vinculados tanto a organizaciones productivas como a organizaciones productivas y empresas en simultáneo.

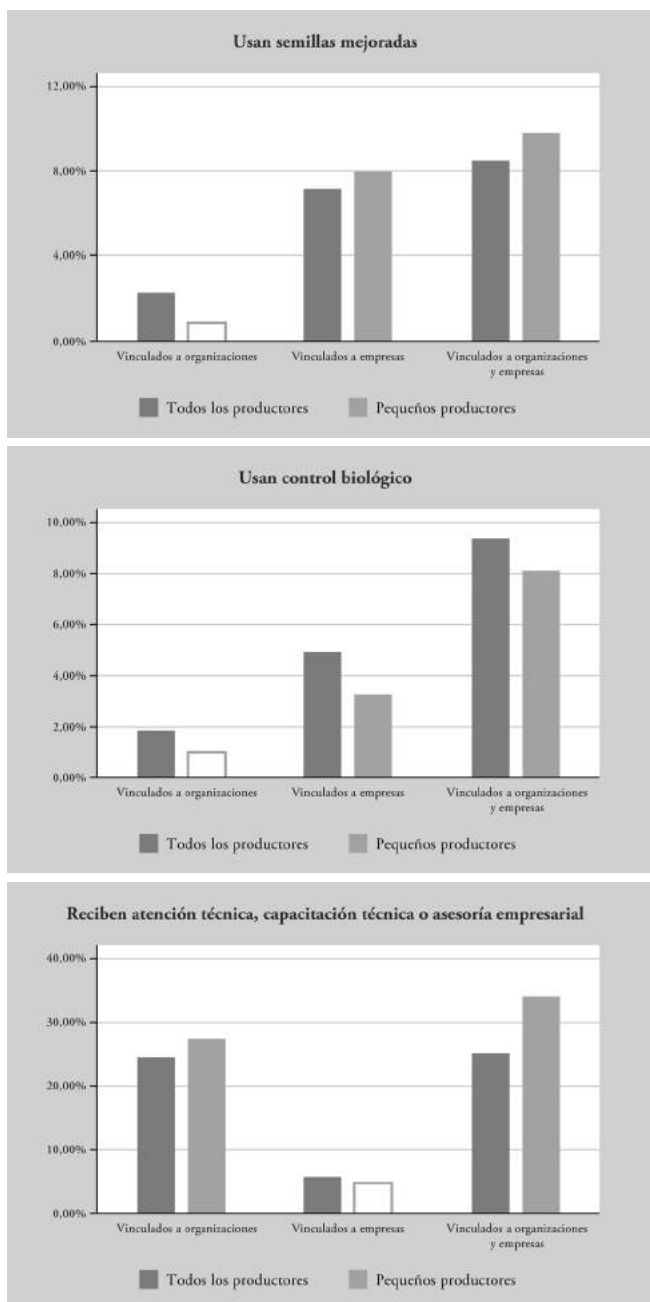
**Gráfico 1**  
**Principales resultados pequeños productores 1**

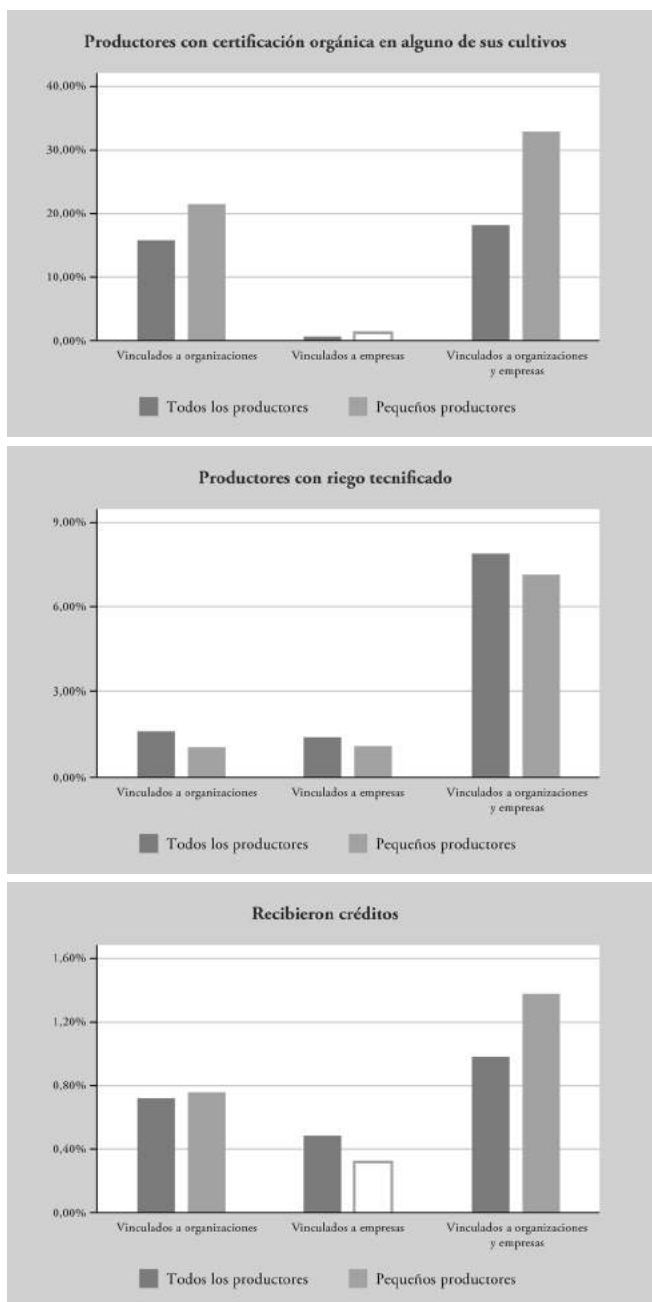


Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

## Gráfico 2

### Principales resultados pequeños productores 2

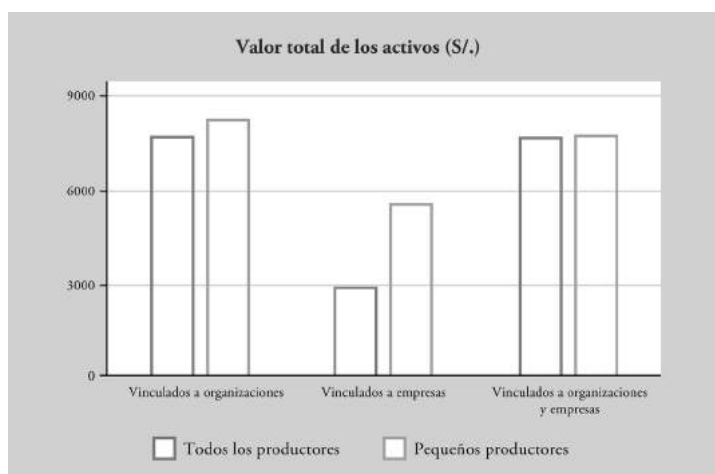


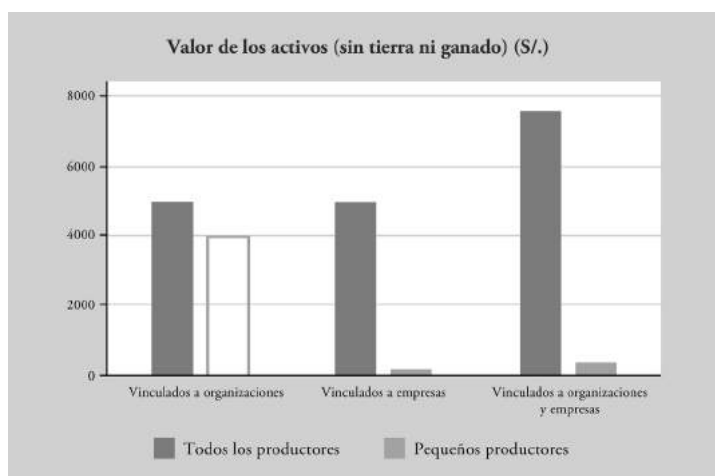


Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico 2, el efecto en el uso de semillas mejoradas es mayor para los pequeños productores vinculados a empresas, y vinculados a organizaciones y empresas en simultáneo, que el que se encuentra en el total de productores. En lo que se refiere al control biológico, solo se encuentran efectos en los pequeños productores vinculados a empresas, aunque estos son menores que los encontrados en el total de productores. Al analizar los efectos sobre las variables *atención técnica*, *certificación* y *crédito*, se observa que el estar vinculado a una organización productiva tiene un efecto mayor para los pequeños productores que para el total. Además, el estar vinculado a una organización productiva y a una empresa incrementa el efecto, mientras que el estar vinculado a una empresa no tiene efectos estadísticamente significativos, a diferencia de lo que pasa al analizar al total de productores, con excepción del *riego tecnificado*, en el que sí hay efectos por estar vinculado a una empresa. Por otro lado, el total de trabajadores eventuales y permanentes aumenta con la vinculación a una empresa, y este efecto es mayor al estar vinculado a una empresa y a una organización, aunque es menor que el efecto que se encuentra al analizar al total de productores. Para el caso de los vinculados a organizaciones, no se encuentra efecto.

**Gráfico 3**  
**Principales resultados pequeños productores 3**





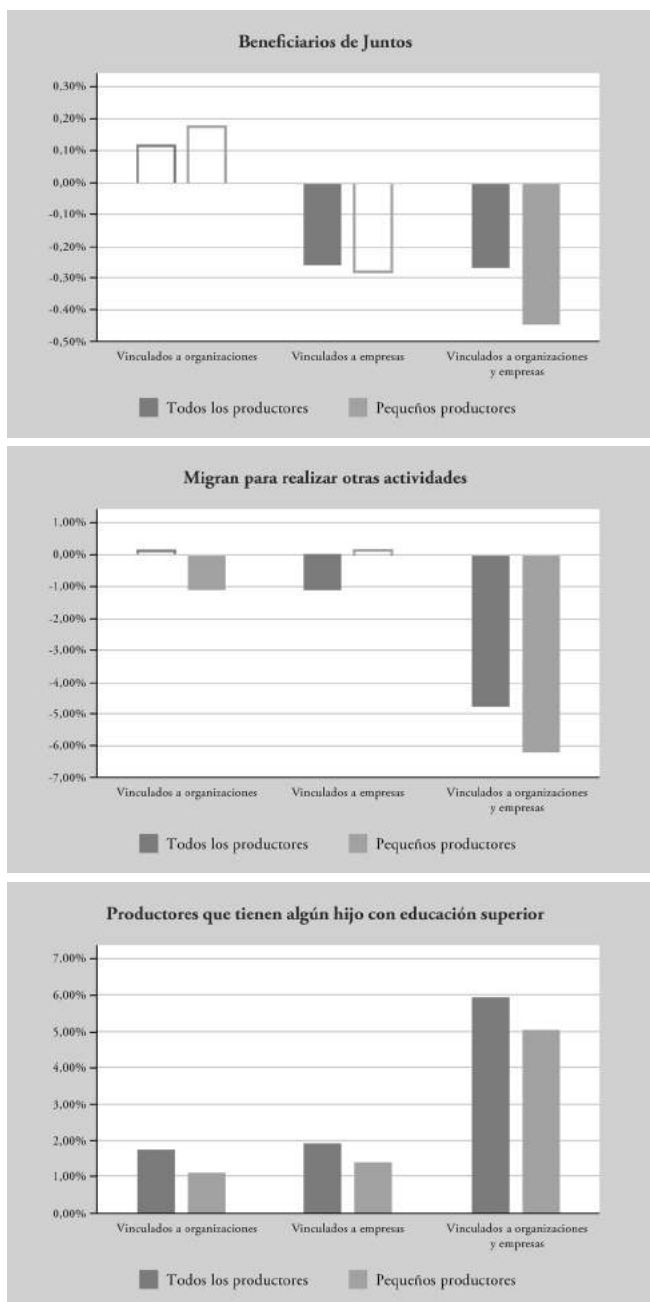
Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Al igual que con el total de productores, no se encuentran efectos estadísticamente significativos en la variable *valor total del activo*. Para el caso de la variable *valor total de los activos* —sin tierra ni ganado—, solamente se encuentran efectos en los productores vinculados a empresas, y los vinculados a empresas y organizaciones. Sin embargo, es importante destacar que si bien el impacto en los productores vinculados a organizaciones no es estadísticamente significativo en esta variable, sí es bastante grande: 3913 nuevos soles en comparación con el efecto de 139 nuevos soles para los vinculados a empresas, y 352 nuevos soles para los vinculados a organizaciones y empresas.

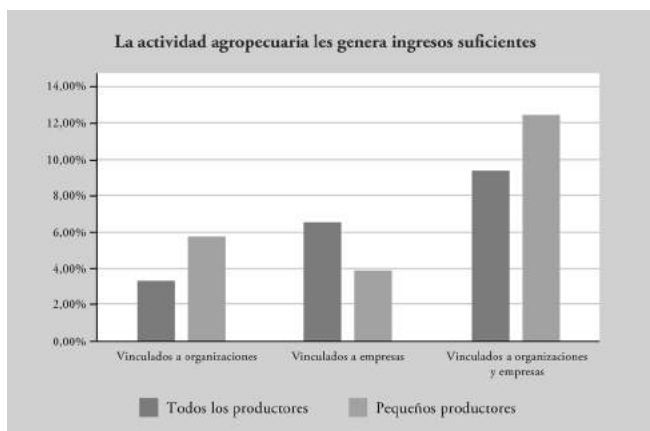
El gráfico 4 muestra los siguientes resultados: el estar vinculado a una organización o a una empresa no tiene efecto significativo sobre la variable *beneficiarios de Juntos*; solamente lo tiene el estar vinculado a una organización y a una empresa en simultáneo. Además, el estar vinculado a una organización tiene un efecto negativo sobre el porcentaje de productores que migran para realizar otras actividades, lo cual no sucedía al analizar a todos los productores; el efecto es mayor al estar vinculado a una organización y una empresa, y no se encuentra un efecto significativo al estar vinculado a una empresa únicamente. Por último, en lo que se refiere a las variables de *productores con algún hijo que haya cursado educación superior* y *productores que declaran que la actividad*

## Gráfico 4

### Principales resultados pequeños productores 4







Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

*agropecuaria genera ingresos suficientes*, se observa que el estar vinculado a una organización produce un efecto mayor que el estar vinculado a una empresa. Sin embargo, al igual que con todos los productores, el estar vinculado a una organización y a una empresa en simultáneo tiene mayores efectos.

### 5.3. Efecto en el ingreso neto agropecuario per cápita

Como se mencionó en las secciones anteriores, se han utilizado las estimaciones realizadas por Escobal y Armas en este mismo libro para añadir a los efectos una variable que no se desprende del IV CENAGRO 2012 sino de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2014: el ingreso neto agropecuario per cápita.

Debido a que el método de predicción del ingreso que utilizan los autores únicamente permite estimar el ingreso a nivel de grupos y no a nivel individual, no fue posible asignarle a esta estimación los pesos obtenidos en el Entropy Balancing, sino que tuvieron que utilizarse los grupos obtenidos en el Propensity Score Matching—los productores vinculados a cada categoría y sus pares— y estimar, para cada uno de ellos, la mediana.<sup>7</sup> Además, solamente

<sup>7</sup> Se usó la mediana y no la media pues la variable presenta valores extremos muy grandes, y al estimar la media se distorsionaban los posibles efectos.

fue posible estimar los efectos para el grupo de todos los productores, no para el subgrupo de los pequeños productores. En la tabla 8 se muestran los resultados de estas estimaciones.

**Tabla 8**  
**Estimación del efecto en el ingreso agropecuario neto per cápita**

<b>Vinculados a organizaciones productivas</b>	<b>Mediana (S/.)</b>	<b>Efecto (S/.)</b>	<b>Variación %</b>
Productores vinculados	206,8	41,5	25
Controles	165,3		
<b>Vinculados a empresas</b>	<b>Mediana (S/.)</b>	<b>Efecto (S/.)</b>	<b>Variación %</b>
Productores vinculados	213,8	24,8	13
Controles	189,0		
<b>Vinculados a organizaciones productivas y empresas</b>	<b>Mediana (S/.)</b>	<b>Efecto (S/.)</b>	<b>Variación %</b>
Productores vinculados	264,7	76,8	41
Controles	187,9		

Fuente: IV CENAGRO 2012 y ENA 2014. Elaboración propia.

Como se puede apreciar, el efecto —calculado como la diferencia entre la mediana de los productores vinculados y sus respectivos pares— es positivo en los tres casos. El mayor efecto se obtiene en el grupo vinculado a una organización productiva y a una empresa al mismo tiempo —lo cual concuerda con todos los resultados encontrados anteriormente—, seguido por el efecto en el grupo de los vinculados a organizaciones productivas y, finalmente, el grupo de los vinculados a empresas.

Los resultados de la tabla 7 muestran que los efectos en las variables de bienestar son mayores para los productores vinculados a empresas que para los productores vinculados a organizaciones productivas y, como indicamos en el párrafo anterior, en este caso se produce el efecto contrario. Esta discrepancia puede deberse al hecho de que se midió el ingreso agropecuario, y cuando se identificó a los productores vinculados a empresas, se trabajó únicamente en términos de productores y empresas agrícolas. Así, pues, es posible que existan productores vinculados a empresas por producción pecuaria que no han sido identificados como parte de este grupo, sino, quizá, del grupo de control.

Al analizar el nivel en el que se encuentran los productores, se observa nuevamente que el grupo vinculado a una organización productiva y a una empresa al mismo tiempo tiene una mediana mayor, seguido por el grupo de los vinculados a empresas y, finalmente, el grupo de los vinculados a organizaciones. En este caso, sí hay concordancia con lo presentado en la tabla 7, en la cual se veía que, para todos los productores, el estar vinculado a una empresa genera un mayor nivel de bienestar que el estar vinculado a una organización productiva.

Por último, es muy interesante observar que el efecto obtenido por estar vinculado a una organización y a una empresa de manera simultánea es mayor, por 10,5 nuevos soles, que la suma de los efectos que se obtienen por estar vinculado a una organización y a una empresa de manera independiente. Esta diferencia muestra la ganancia que se obtiene por la complementariedad de las estrategias y reafirma la necesidad de que estas se apliquen de manera simultánea, para obtener mayores beneficios.



## 6. CONCLUSIONES

Este estudio utiliza la información del IV CENAGRO para identificar a tres tipos de productores agrarios —los que pertenecen a organizaciones productivas, los que se encuentran vinculados a empresas, y los que presentan ambas características en simultáneo—, para luego estimar los efectos de pertenecer a cada uno de estos grupos en comparación con productores de similares características. Esta comparación se realizó solamente para productores ubicados en la costa, utilizando el método Entropy Balancing propuesto por Hainmueller (2001) para balancear las covariables entre los «tratados» y los «controles», y medir los efectos mediante una regresión lineal.

Hallamos que los productores ubicados en cualquiera de las tres categorías muestran una mayor orientación hacia el mercado, realizan mejores prácticas agropecuarias, gozan de un mayor acceso al crédito y a la mano de obra, cuentan con mayor valor de la infraestructura y la maquinaria, y presentan mejores indicadores de bienestar que los productores que no se encuentran en ninguna categoría. Así, pertenecer a cualquiera de las categorías genera un beneficio para los productores, lo que concuerda con los trabajos de Stockbridge y otros (2003) en lo que respecta a las organizaciones de productores, y con Reardon y otros (2009) y Barret y otros (2012) con respecto a los beneficios del *contract farming*.

Al comparar los efectos, notamos que el estar vinculado a una empresa tiene mayor impacto en las variables de *orientación al mercado*, mientras que el estar en una organización productiva y vinculado a una empresa en simultáneo tiene un mayor efecto en las variables de *buenas prácticas, crédito y mano de obra, valor de los activos y bienestar de los productores*. Debido a ello, es posible afirmar que esta última categoría es la que genera mayor beneficio a los productores.

Al analizar los posibles efectos heterogéneos sobre los productores —debido a su tamaño—, encontramos que al igual que en el caso de todos los productores, pertenecer a una organización productiva y estar vinculado a una empresa de manera simultánea tiene mayores efectos en los pequeños productores con respecto a las otras categorías, por lo que esta categoría es también la que genera mayor beneficio a este grupo específico.

Sin embargo, sí encontramos diferencias al comparar los efectos que se obtienen por pertenecer a una organización productiva o estar vinculado a una empresa; es decir, en los casos en los que no hay complementariedad. Los pequeños productores obtienen mayores beneficios por estar en organizaciones productivas que los que obtienen por estar vinculados a empresas, mientras que en el total de productores es al revés; es decir, ellos obtienen mayores beneficios por estar vinculados a empresas que por pertenecer a organizaciones productivas.

Hay que subrayar que los efectos que se han hallado utilizando el método Entropy Balancing son bastante similares que los que se obtienen al recurrir al método Propensity Score Matching, tanto en magnitud como en significancia, al usar las técnicas de emparejamiento 1:1 sin reemplazo, 1:1 con reemplazo y 3 vecinos en la mayoría de indicadores.

También se presentaron los resultados de las estimaciones del ingreso neto per cápita usando la metodología de Small Area Estimation (SAE) con el modelo Unit-level propuesto por Battese, Harter y Fuller (1988), y utilizado por Escobal y Armas en este mismo libro al combinar la Encuesta Nacional Agropecuaria 2014 con el IV CENAGRO 2012. Para este caso, también se encontró que el vincularse a una organización y a una empresa simultáneamente conlleva mayores beneficios que vincularse solo a una organización o solo a una empresa. Además, se pudo observar que el beneficio que se genera por estar vinculado a las dos estrategias de manera simultánea es mayor que la suma de los beneficios que se generan por estar vinculado únicamente a una estrategia. Esta diferencia muestra los beneficios adicionales que se obtienen por la simultaneidad de las estrategias y demuestra la importancia de la complementariedad entre estas.

Es importante destacar que en el IV CENAGRO podrían existir características no observables de los productores que ni el método de Entropy Balancing ni Propensity Score Matching pueden balancear, y que podrían estar sesgando los resultados. Por ello, sería conveniente realizar otras evaluaciones de impacto más rigurosas, que contemplen controles seleccionados ex ante, para tener una mayor certeza acerca de la magnitud de los efectos.

Consideramos que estos resultados contienen evidencia suficientemente significativa como para dar algunas recomendaciones de política. La más importante, quizá, es la necesidad de mantener una mirada integral al promover estrategias de articulación de los productores al mercado, que faciliten no solo su asociatividad sino también su relación con las empresas de su entorno. El porcentaje de productores vinculados a asociaciones, así como el de los vinculados a empresas, es todavía extremadamente bajo dentro del universo del CENAGRO, y más aún los casos en los que los productores organizados se vinculan con empresas en su rubro. Dados los beneficios en cada una de estas fórmulas, se requieren políticas más audaces que promuevan nuevas oportunidades en el agro peruano. En particular para los pequeños productores de la costa, parece fundamental que su articulación con el creciente número de empresas en esta región se produzca mediante organizaciones sólidas y estables, que permitan una vinculación en mejores términos que la que se puede establecer de manera individual.

Los lineamientos de nuevas políticas, como el recientemente creado Programa Presupuestal de Articulación de Pequeños Productores al Mercado, deberían tomar en cuenta esta evidencia para incluir mecanismos explícitos que fomenten vínculos entre las asociaciones y las empresas en su entorno, como un camino más efectivo para incrementar el bienestar de los hogares beneficiarios.





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcand, Jean-Louis y Marcel Fafchamps (2012). Matching in community-based organizations. *Journal of Development Economics*, 98(2), 203-219.
- Bachke, Maren Elise (2010). *Do farmers' organizations enhance the welfare of small-scale farmers*. Norwegian University of Life Sciences.
- Barrett, Christopher B.; Maren E. Bachke, Marc F. Bellemare, Hope C. Michelson, Sudha Narayanan y Thomas F. Walker (2012). Smallholder participation in contract farming: comparative evidence from five countries. *World Development*, 40(4), 715-730.
- Battese, George E.; Rachel M. Harter y Wayne A. Fuller (1988). An error-components model for prediction of county crop areas using survey and satellite data. *Journal of the American Statistical Association*, 83(401), 28-36.
- Bellemare, Marc F. (2012). As you sow, so shall you reap: the welfare impacts of contract farming. *World Development*, 40(7), 1418-1434.
- Bernard, Tanguy; Marie-Helene Collion, Alain De Januvry, Pierre Rondot y Elisabeth Sadoulet (2008). Do village organizations make a difference in African rural development?: a study for Senegal and Burkina Faso. *World Development*, 36(11): 2188-2204.
- Bernard, Tanguy y David J. Spielman (2009). Reaching the rural poor through rural producer organizations? A study of agricultural marketing cooperatives in Ethiopia. *Food Policy*, 34(1): 60-69.
- Bijman, Jos (2008). *Contract farming in developing countries: an overview*. Working Paper. Wageningen: Wageningen University.

- Birthal, Pratap S.; P. K. Joshi y Ashok Gulati (2005). *Vertical coordination in high-value food commodities: implication for smallholders*. MTID Discussion Paper, 85. Washington, DC: IFPRI.
- Diamond, Alexis y Jasjeet Sekhon (2006). *Genetic matching for causal effects: a general multivariate matching method for achieving balance in observational studies*. Manuscrito no publicado, Department of Political Science, UC Berkeley.
- Escobal, Javier; Víctor Agreda y Thomas Reardon (2000). Endogenous institutional innovation and agroindustrialization on the Peruvian coast. *Agricultural Economics*, 23(3), 267-277.
- Fort, Ricardo y Ruerd Ruben (2009). *The impact of fair trade on banana producers in northern Peru*. Ponencia presentada en la International Association of Agricultural Economists Conference, Beijing.
- Glave, Manuel y Ricardo Fort (2003). Small farmers' economic organizations: producers associations and agricultural development in Peru. En Carolina Trivelli, Tatsuya Shimizu y Manuel Glave. *Economic liberalization and evolution of rural agricultural sector in Peru* (pp. 48-60). Tokyo: Institute of Developing Economies.
- Goldsmith, Arthur (1985). The private sector and rural development: can agribusiness help the small farmer? *World Development*, 13(10-11), 1125-1138.
- Heckman, James J.; Hidehiko Ichimura y Petra Todd (1998). Matching as an econometric evaluation estimator. *Review of Economic Studies*, 65, 261-294.
- Hainmueller, Jens (2011). Entropy balancing for causal effects: a multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. *Political Analysis*, 20(1), 25-46.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) e Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM)

- (1998). *Perú en mapas: estructura y dinámica del espacio agropecuario*. Lima: INEI y ORSTOM.
- Key, Nigel; Elisabeth Sadoulet y Alain de Januvry (2000). Transactions costs and agricultural household supply response. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(2): 245-259.
- Khandker, Shahidur; Gayatri Koolwal y Hussain Samad (2009). *Handbook of impact evaluation: quantitative methods and practices*. Washington, DC: World Bank.
- La Ferrara, Eliana (2002). Inequality and group participation: theory and evidence from rural Tanzania. *Journal of Public Economics*, 85(2): 235-273.
- Markelova, Helen; Ruth Meinzen-Dick, Jon Hellin y Stephan Dohrn (2009). Collective action for smallholder market access. *Food Policy*, 34(1): 1-7.
- Reardon, Thomas; Christopher B. Barrett, Julio A. Berdegue y Johan F. M. Swinnen (2009). Agrifood industry transformation and small farmers in developing countries. *World Development*, 37(11), 1717-1727.
- Remy, María Isabel (2007). *Cafetaleros empresarios: dinamismo asociativo para el desarrollo en el Perú*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos y OXFAM.
- Rondot, Pierre y Marie-Helene Collion (Eds). (2001). *Agricultural producer organizations : their contribution to rural capacity building and poverty reduction*. Washington, DC: World Bank.
- Rosenbaum, Paul R. y Donald B. Rubin (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.
- Shiferaw, Bekele; Jon Hellin y Geoffrey Muricho (2011). Improving market access and agricultural productivity growth in Africa: what role for producer organizations and collective action institutions? *Food Security*, 3(4): 475-489.

- Stockbridge, Michael; Andrew Dorward y Jonathan Kydd (2003). *Farmer organisations for market access: an international review*. London: Imperial College London
- Stuart, Elizabeth (2010). Matching methods for causal inference: a review and a look forward. *Statistical Science: A Review Journal of the Institute of Mathematical Statistics*, 25(1), 1-21.

### **Anexo 1. Base de datos**

El IV CENAGRO 2012 recoge información acerca de las características de los productores agropecuarios del país. Los datos del censo, que fueron recogidos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), brindan información acerca de las características básicas de cada una de las unidades agropecuarias del país.

La principal fuente para esta investigación ha sido el IV CENAGRO. Casi todas las variables utilizadas en este análisis se han tomado directamente de este censo, salvo un pequeño grupo que se han obtenido combinando la información censal con otra información secundaria. Estas variables son la superficie equivalente, el Gini distrital de la superficie, el valor de la infraestructura, el valor de la maquinaria, el valor del ganado, el valor de la tierra y el valor total de los activos.

El cálculo de la superficie equivalente es de suma importancia, pues debido a las diferencias en la productividad de la tierra entre las regiones naturales, no se puede comparar una cantidad de hectáreas equis en la costa que en la sierra o en la selva. Además, los usos de la tierra —superficie agrícola, barbecho, bosques, etcétera— no son los mismos, y por lo tanto su comparabilidad se dificulta aún más.

Para la superficie equivalente se han usado los coeficientes planteados por el INEI y el Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (INEI-ORSTOM 1998) para analizar el III CENAGRO, correspondiente a 1994. Los coeficientes para estandarizar la tierra a cultivos bajo riego en la costa son los que se presentan en la tabla A-1.

**Tabla A-1**  
**Estandarización de la superficie**

Superficie agropecuaria				
Superficie agrícola			Superficie no agrícola	
Bajo riego			Pastos naturales manejados: 4,0	
Costa: 1,0	Sierra: 1,9	Selva: 1,6	Pastos naturales no manejados: 97,2	
Bajo secano			Montes y bosques: 200*	
Costa: 2,1	Sierra: 4,0	Selva: 3,4	Otros usos : 0	

\* En INEI-ORSTOM (1998) no existe un coeficiente para montes y bosques; se puso el coeficiente de 200 de manera arbitraria.

Fuente: INEI-ORSTOM (1998). Elaboración propia.

El índice de Gini distrital de la superficie es una variable importante para el análisis, pues como se vio en el marco conceptual, de acuerdo con La Ferrara (2002), los productores que viven en comunidades con mayores niveles de desigualdad presentan una menor probabilidad de participar en algún tipo de organización. Esta variable se construyó utilizando la superficie equivalente, con el fin de tomar en cuenta las diferencias en el uso de la tierra.

Las variables *valor total de la infraestructura*, *valor total de la maquinaria* y *valor total pecuario* fueron calculadas asignándole un valor monetario referencial, brindado por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a cada subcategoría de estos grupos.

El valor de la tierra se calculó asignando un valor de 12 000 dólares (con un tipo de cambio de 2,638 nuevos soles por dólar) a cada hectárea de superficie equivalente. Este valor era el precio de una hectárea en el valle de Chira, en Piura, en el 2012. Adicionalmente, se ha generado la variable *valor total*, que es la suma de valor total de la infraestructura, valor total de la maquinaria, valor total pecuario y valor de la tierra.

Por último, el valor total de los activos se calculó sumando el valor de la infraestructura, el valor de la maquinaria, el valor del ganado y el valor de la tierra.

## Anexo 2. Organizaciones IV CENAGRO

Tipo de asociación según el INEI	Productores miembros	Porcentaje del total de asociados
<b>Asociaciones productivas</b>		
Asociación de productores agropecuarios	55 036	10,7
Asociación de agricultores	10 742	2,1
Otras asociaciones	6961	1,4
Asociación de productores ganaderos	5476	1,1
Asociación de cafetaleros	4111	0,8
Asociación de criadores de cuyes	3416	0,7
Asociación de productores pecuarios	3133	0,6
Asociación de alpaqueros	2560	0,5
Asociación de productores de cacao	2522	0,5
Asociación de productores de leche	2130	0,4
Otros comités	1289	0,3
Asociación de productores de palto	805	0,2
Asociación de criadores de alpacas y llamas	756	0,1
Asociación agropecuaria	730	0,1
Asociación de artesanos	267	0,1
Asociación de criadores de vicuña	261	0,1
Asociación de productores de quinua	196	0
Asociación de parceleros	184	0
Comité de productores de leche	182	0
Asociación de granos andinos	138	0
Asociación de productores de trucha	61	0
Asociación de productores de maca	54	0
Sociedad peruana de criadores de alpacas	53	0
Asociación de parceleros pecuarios	37	0
<b>Asociaciones de riego</b>		
Comisión de regantes	215 689	41,9
Comité de regantes	197 289	38,3
<b>Cooperativas</b>		
Cooperativa agraria cafetalera	11 317	2,2
Otras cooperativas	6241	1,2
Cooperativa agraria	5126	1,0
Cooperativa alpaquera	111	0
<b>Otras asociaciones</b>		
Programa Agro Rural	403	0,1
Federación Unitaria de Campesinos	151	0
Asociación de Rondas Campesinas	93	0
FONGAL	33	0
Proyecto Sierra Sur	31	0
Proyecto Pradera	29	0
INIA	13	0
Asociación Solaris	4	0
<b>Total (al menos una organización)</b>	<b>514 898</b>	<b>22,9</b>

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

### Anexo 3. Ubicación de las empresas

En el IV CENAGRO 2012 se han identificado 2980 empresas de diversas condiciones jurídicas, como se muestra en la tabla A-2.

**Tabla A-2**  
**Empresas IV CENAGRO 2012**

Condición jurídica	Cantidad	Porcentaje
Sociedad anónima cerrada SAC	1892	63,49
Sociedad anónima abierta SAA	459	15,4
Sociedad de responsabilidad limitada SRL	284	9,53
Empresa individual de responsabilidad limitada	345	11,58

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Como se puede apreciar, más del 63% de empresas son sociedades anónimas cerradas; y si a ese porcentaje se le suman las sociedades anónimas abiertas, se llega al 80%. Debido a ello, podemos afirmar que este tipo de condición jurídica es la predominante en el agro peruano, en lo que se refiere a empresas. Es muy probable que el universo de empresas no se encuentre en el IV CENAGRO debido, principalmente, a que las grandes empresas se negaron a responder el censo, así como pasó en el III CENAGRO.

La distribución de los diversos tipos de empresas por regiones naturales se muestra en la tabla A-3.

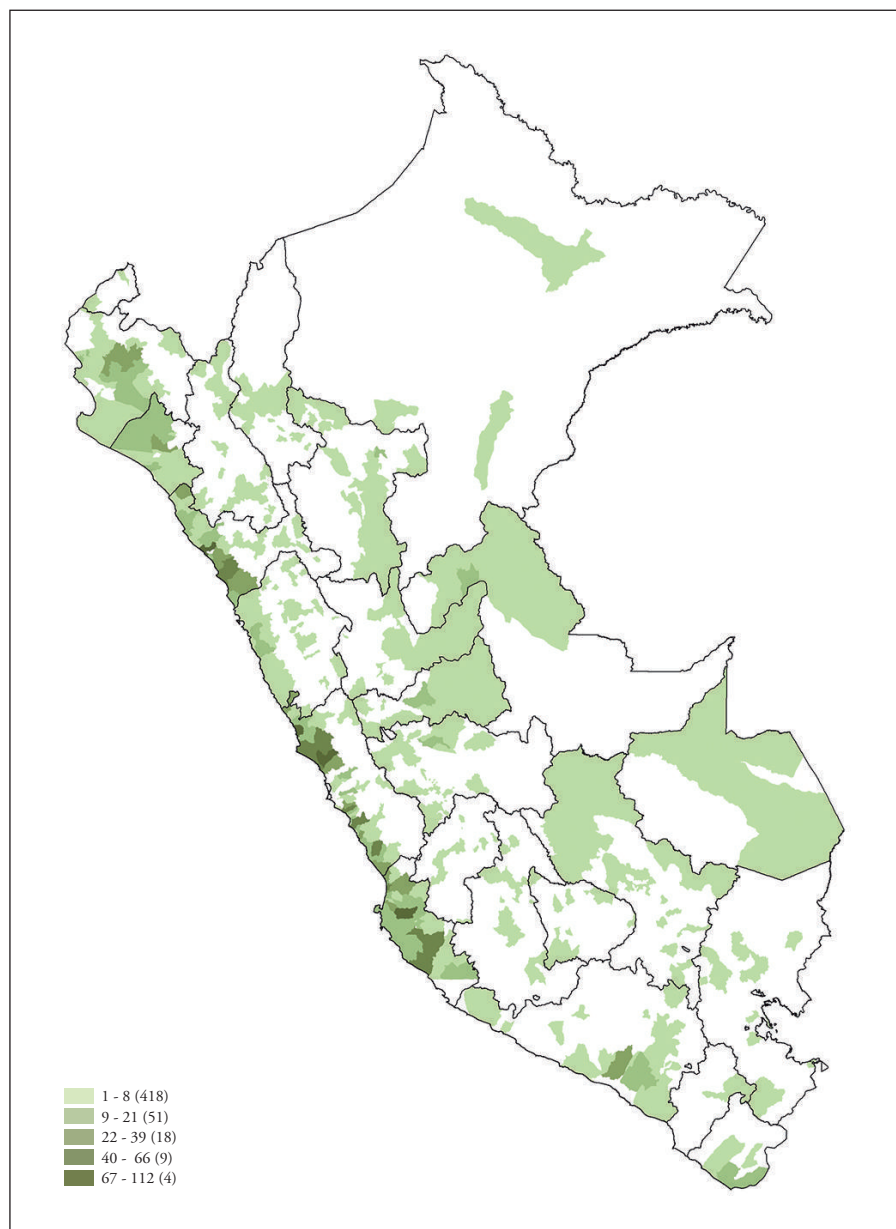
**Tabla A-3**  
**Empresas por condición jurídica y región natural IV CENAGRO 2012**

Condición jurídica	Costa	Sierra	Selva	Total
Sociedad anónima cerrada SAC	1626	146	120	1892
Sociedad anónima abierta SAA	373	59	27	459
Sociedad de responsabilidad limitada SRL	187	68	29	284
Empresa individual de responsabilidad limitada	246	68	31	345
Total de empresas	2432	341	207	2980

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.



**Mapa A-1**  
**Localización de las empresas agropecuarias**



Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Como se puede apreciar, en el censo se han identificado un total de 2980 empresas. La gran mayoría se encuentran en la costa y tienen la condición jurídica de sociedad anónima cerrada SAC. En el mapa A-1 se muestra la ubicación de las empresas.

Destacan las empresas de soya en Piura, de camote en Lima y de espárragos en Ica. Como queda en evidencia en la tabla A-4, la mayoría de las empresas se encuentran en la región de la costa.

**Tabla A-4**  
**Número de distritos con empresas agropecuarias**

Empresas	Costa	Sierra	Selva	Total
Distritos con empresas agropecuarias	217	196	94	507

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Como se puede observar, existen 507 distritos donde se ubica al menos una empresa agropecuaria; y en el nivel de regiones, las empresas se concentran principalmente en Ica, Lima y la costa norte. Es importante señalar que si bien son 507 los distritos con presencia de empresas, en gran parte de estos, 205, solamente existe una empresa.

El mapa 2 y la tabla 4 muestran que los distritos con mayor número de empresas se encuentran principalmente en la región de la costa —sobre todo la costa norte— y, en menor medida, en la ceja de selva. Estas zonas suelen estar orientadas a la agroexportación. En la tabla A-5 se observan los tamaños promedio de las empresas por regiones naturales.

**Tabla A-5**  
**Superficie de las empresas por región natural**

Región natural	Empresas	Superficie total (ha)	Superficie total por empresa (ha)	Superficie equivalente (ha)	Superficie equivalente por empresa (ha)
Costa	2432	418 288	172	299 591	123
Sierra	341	117 969	346	12 023	35
Selva	207	112 194	542	18 305	88
Total	2980	648 451	218	329 919	111

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Es importante notar que si bien las empresas de la selva son de mayor tamaño promedio, al utilizar la superficie equivalente se observa que las que tienen mayor superficie son las de la costa.

Debido a que el objetivo del presente estudio es contrastar los posibles beneficios que obtienen los productores al vincularse a organizaciones y a empresas, y a que la gran mayoría de empresas agropecuarias se encuentran en la costa, el análisis de la investigación se concentrará en esta región.

Antes de proceder a identificar a los productores vinculados a empresas, se ha realizado una estimación de los determinantes del número de empresas agropecuarias en los distritos, porque estos determinantes permitirán conocer mejor qué factores afectan la probabilidad de que los productores se vinculen a empresas.

Como ya se ha señalado, este análisis se ha centrado en la región natural de la costa, y para la estimación se han usado variables agregadas a nivel de distritos:

- a) *Vinculación a mercados*: Distancia promedio entre la vivienda de los productores y una ciudad de 50 000 habitantes.
- b) *Capital*: Superficie total de los predios en 1994, superficie total titulada de los predios en 1994, superficie agrícola en 1994, superficie agrícola titulada en 1994, superficie bajo riego en 1994, superficie bajo riego titulada en 1994, superficie agrícola no utilizada en 1994 y superficie agrícola no utilizada titulada en 1994.
- c) *Disponibilidad de mano de obra*: Porcentaje de los productores que declararon, en 1994, haber dejado el predio para realizar otras actividades, y población económicamente activa desempleada en 1993.
- d) *Estructura de la tierra y los cultivos*: Índice de Januszewski en 1994, índice de Gini de la superficie equivalente en 1994, índice de Herfindahl de los cultivos en 1994 y superficie promedio equivalente en 1994.
- e) Empresas agropecuarias en 1994.

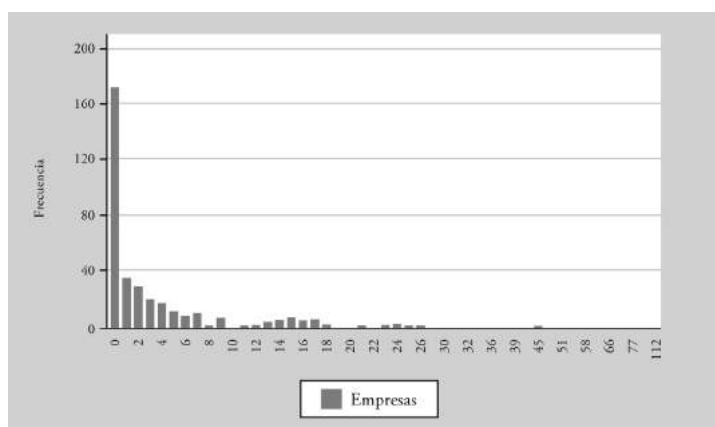
Adicionalmente, se creyó conveniente utilizar el porcentaje de hogares que contaban con energía eléctrica en 1993 y el porcentaje de productores que pertenecían a organizaciones en 1994.

Las variables de 1994 se obtuvieron del III CENAGRO; y las variables de 1993, del Censo de Población y Vivienda de ese año. Las variables de 1994 se calcularon solamente para las personas naturales. Fue necesario utilizar información de años anteriores, pues se quería conocer qué variables influían más en la decisión de una empresa de establecerse en un distrito, por lo que se requería información anterior a la entrada de la empresa.

Debido a que se utilizó información de otras fuentes y de años distintos, fue necesario homogeneizar los ubigeos o códigos distritales. Se utilizó el ubigeo de 1993, y se fusionaron algunos distritos que se separaron después de ese año. Por ello, el número de distritos en la costa se redujo de 401 a 370, mientras que los distritos de la costa en los que había una empresa pasaron de 217 a 196.

Por otro lado, la distribución del número de empresas agropecuarias por distrito no es normal. Por el contrario, existe una gran cantidad de distritos sin empresas (174) y la frecuencia disminuye conforme aumenta el número de empresas, como se observa en la gráfica A-1.

**Gráfico A-1**  
**Distribución de empresas agropecuarias por distrito**



Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Debido a esta distribución, para estimar se ha utilizado una regresión Poisson inflada por ceros (Zero-inflated Poisson regression), que evita el sesgo que se produciría si se utilizara una regresión Poisson simple. Los efectos marginales promedio ( $ey/ex$ ) obtenidos, junto con la significancia de cada uno, se muestran en la tabla A-6.<sup>8</sup>

**Tabla A-6**  
**Efectos marginales de la presencia de empresas**

	$ey/ex$	$P > z$
Distancia promedio desde la vivienda de los productores hasta una ciudad de 50 000 habitantes	-1,496738	0,0605
Superficie total de los predios en 1994	0,0000548	0,0633
Superficie total titulada de los predios en 1994	0,0000982	0,0655
Superficie agrícola en 1994	0,0038321	0,0843
Superficie agrícola titulada en 1994	-0,0413528	0,0777
Superficie bajo riego en 1994	-0,0035866	0,0847
Superficie bajo riego titulada en 1994	-0,0426226	0,0773
Superficie agrícola no utilizada en 1994	0,0001415	0,0948
Superficie agrícola no utilizada titulada en 1994	0,0409617	0,0779
Empresas agropecuarias en 1994	0,8946349	0,0814
Índice de Januszewski en 1994	2,52228	0,0597
Índice de Herfindahl de los cultivos en 1994	0,0295437	0,0996
Porcentaje de los productores que, en 1994, declararon haber dejado el predio para realizar otras actividades	1,04286	0,0589
Porcentaje de hogares que contaban con energía eléctrica en 1993	1,512441	0,0657
Porcentaje de productores que pertenecían a organizaciones en 1994	-2,48835	0,0594
Superficie promedio equivalente en 1994	0,0257565	0,0621
Población económicamente activa desempleada en 1993	0,0000546	0,6306
Índice de Gini de la superficie equivalente en 1994	11,72524	0,0612

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.

Como se puede apreciar, solamente la población económicamente activa desempleada en 1993 no es significativa en el modelo. Por otro lado, las variables porcentaje de productores que pertenecían a organizaciones en 1994, distancia promedio entre la vivienda de los productores y una ciudad de

<sup>8</sup> Los resultados completos del modelo se encuentran en el anexo 4.

50 000 habitantes, superficie bajo riego titulada en 1994, superficie agrícola titulada en 1994 y superficie bajo riego en 1994 tienen un impacto negativo en el número de empresas por distrito. Las demás variables tienen un impacto positivo; entre estas, las que tienen mayor impacto son el porcentaje de los productores que, en 1994, declararon haber dejado el predio para realizar otras actividades, el porcentaje de hogares que contaban con energía eléctrica en 1993, el índice de Januszewski en 1994 y, sobre todo, el índice de Gini de la superficie equivalente en 1994.

Estos coeficientes indican que las empresas se instalan en distritos donde la tierra no se encuentra muy fragmentada y la desigualdad en la superficie equivalente de la tierra es alta. Además, se sitúan en distritos en los que ya existen propietarios con predios grandes, pues la negociación con ellos reduce los costos de transacción que tendrían las empresas si negociaran la compra de la tierra con varios propietarios pequeños.

El fuerte efecto que tiene el índice de Gini es un indicador de que esta variable debe de ser tomada en cuenta a la hora de calcular la probabilidad que tienen los productores de pertenecer a una tipo determinado de arreglo institucional: vínculo con organizaciones, vínculo con empresas o ambos.

#### **Anexo 4. Predicción de empresas en el distrito: Zero-inflated Poisson regression**

Zero-inflated Poisson regression		
Inflation model	logit	
Log pseudolikelihood	-1179,484	
Number of obs	370	
Nonzero obs	196	
Zero obs	174	
Wald $\chi^2(18)$	445,19	
Prob > $\chi^2$	0	
Variable	Coeficiente	Sig.
Empresas		
Distancia promedio desde la vivienda de los productores hasta una ciudad de 50 000 habitantes	-0,2106005	-3,99
Superficie total de los predios en 1994	7,71E-06	1,34

► Superficie total titulada de los predios en 1994	-0,0000138	-0,78
Superficie agrícola en 1994	0,0005392	0,32
Superficie agrícola titulada en 1994	-0,0058186	-0,61
Superficie bajo riego en 1994	-0,0005047	-0,3
Superficie bajo riego titulada en 1994	0,0059973	0,63
Superficie agrícola no utilizada en 1994	0,0000199	0,06
Superficie agrícola no utilizada titulada en 1994	0,0057636	0,6
Empresas agropecuarias en 1994	0,0189903	5,42
Índice de Januszewski en 1994	2,887613	2,67
Índice de Herfindahl de los cultivos en 1994	0,004157	0
Porcentaje de los productores que, en 1994, declararon haber dejado el predio para realizar otras actividades	1,131681	1,74
Porcentaje de hogares que contaban con energía eléctrica en 1993	0,7756351	0,91
Porcentaje de productores que pertenecían a organizaciones en 1994	-1,053658	-2,88
Superficie promedio equivalente en 1994	0,0036241	1,28
Población económicamente activa desempleada en 1993	-7,69E-06	
Índice de Gini de la superficie equivalente en 1994	1,649814	2,23
Constante	-1,532202	-1,22
Inflate		
Empresas agropecuarias en 1994	-0,5926939	-1,86
Constante	0,0992405	0,22

## Anexo 5: Modelo Entropy Balancing<sup>9</sup>

El método de Entropy Balancing supone repesar el grupo de control para equiparar los diversos momentos de la distribución del grupo de tratamiento, con el objetivo posterior de estimar el efecto promedio en los tratados (ATT).

La estimación del ATT se puede calcular como la diferencia de medias entre el grupo de tratamiento y el grupo de control.

$$ATT = E[Y(1)|D=1] - E[Y(0)|D=1]$$

*Ecuación 1*

<sup>9</sup> Esta sección fue tomada del trabajo de Hainmueller (2011).

Además, la media del grupo de control puede ser estimada como:

$$E[Y(0)|D = 1] = \frac{\sum_{\{i|D=0\}} Y_i w_i}{\sum_{\{i|D=0\}} w_i}$$

*Ecuación 2*

Donde  $w_i$  es el peso de cada unidad de control.

Los pesos se obtienen con el siguiente esquema:

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{\{i|D=0\}} h(w_i)$$

*Ecuación 3*

Sujeto a las siguientes restricciones de balance y normalización:

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i c_{ri}(X_i) = m_r$$

*Ecuación 4*

donde  $r \in 1, \dots, R$  y;

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i = 1$$

*Ecuación 5*

y;

$$w_i \geq 0$$

*Ecuación 6*

para todos los  $i$  donde  $D = 0$ .

Donde  $h(\cdot)$  es una distancia métrica y  $c_{ri}(X_i) = m_r$  describe un *set* de  $R$  restricciones de balance impuestas en los momentos de las covariables.



Usando el multiplicador de Lagrange se obtiene:

$$\min_{W, \lambda, Z} L^p = \sum_{\{i|D=0\}} w_i \log\left(\frac{w_i}{q_i}\right) + \sum_{r=1}^R \lambda_r \left( \sum_{\{i|D=0\}} w_i c_{ri}(X_i) - m_r \right) + (1 - \lambda) \left( \sum_{\{i|D=0\}} w_i - 1 \right)$$

*Ecuación 7*

Donde  $Z = \{\lambda_1, \dots, \lambda_R\}$  es un multiplicador de Lagrange para las restricciones de balance y  $(\lambda - 1)$  es el multiplicador de Lagrange para las restricciones normalización. Aplicando las condiciones de primer orden  $\frac{\delta L^p}{\delta w_i} = 0$  se consigue que la solución para cada peso sea obtenida por la siguiente expresión:

$$w_i^* = \frac{q_i \exp\left(-\sum_{r=1}^R \lambda_r c_{ri}(X_i)\right)}{\sum_{\{i|D=0\}} q_i \exp\left(-\sum_{r=1}^R \lambda_r c_{ri}(X_i)\right)}$$

*Ecuación 8*

Si se inserta esta expresión en  $L^p$ , se eliminan las restricciones, lo cual conlleva a un problema dual dado por:

$$\min_Z L^d = \log\left(\sum_{\{i|D=0\}} q_i \exp\left(-\sum_{r=1}^R \lambda_r c_{ri}(X_i)\right)\right) + \sum_{r=1}^R \lambda_r m_r$$

*Ecuación 9*

Usando el algoritmo de Levenberg-Marquardt para encontrar  $Z^*$  se puede encontrar la solución al problema. Reescribimos la ecuación de manera matricial definida por  $(R \times n_0)$ , donde  $C = [c_1(X_1), \dots, c_R(X_i)]'$  y el vector de momentos  $M = [m_1, \dots, m_R]'$ . El problema reescrito se presenta de la siguiente manera:

$$\min_Z L^d = \log(Q' \exp(-C'Z)) + M'Z$$

*Ecuación 10*

Con una solución:

$$w^* = \frac{Q \cdot \exp(-C'Z)}{Q' \exp(-C'Z)}$$

*Ecuación 11*

El gradiente de Hessian es  $\frac{\delta l^d}{\delta Z} = M - CW$  y  $\frac{\delta^2 l^d}{\delta^2 Z^2} = C[D(W) - WW']C'$ , donde  $D(W)$  es una matriz diagonal  $n_0$  dimensional con  $W$  en la diagonal. Aprovechamos esta información de segundo orden iterando:

$$Z^{new} = Z^{old} + l \nabla_Z^2 L^{d-1} \nabla_Z L^d$$

*Ecuación 12*

Donde  $l$  es un escalar que denota la longitud de cada interacción. Este algoritmo iterativo es globalmente convergente si el problema es factible, y la solución se obtiene por lo general en cuestión de segundos, incluso en los conjuntos de datos moderadamente grandes.

Anexo 6. Resultados del balanceo Entropy Balancing

Tabla A-7  
Balanceo entre los productores «tratados» y «controles»  
para el caso de la pertenencia a organizaciones productivas

Covariables	Antes de Entropy Balancing						Después de Entropy Balancing (repesado)					
	Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas			Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas		
	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo
Metros de altitud	324,5	203 226	1,862	419,9	322 434	1,445	324,5	203 226	1,862	324,5	203 225	1,862
Nivel educativo del jefe de hogar	4,837	5,467	0,4573	4,382	4,978	0,6	4,837	5,467	0,4573	4,837	5,467	0,4573
Porcentaje de jefes de hogar hombres	75,73%	18,38%	-1,2	70,05%	20,98%	-0,8756	75,73%	18,38%	-1,2	75,73%	18,38%	-1,2
Porcentaje de productores que adquirieron tierras por herencia	20,38%	16,23%	1,471	38,04%	23,57%	0,4926	20,38%	16,23%	1,471	20,38%	16,23%	1,471
Porcentaje de productores que viven en la UA	20,17%	16,10%	1,486	22,84%	17,62%	1,294	20,17%	16,10%	1,486	20,17%	16,10%	1,486
Miembros del hogar	3,618	3,688	0,7387	3,476	4,244	0,8343	3,618	3,688	0,7387	3,618	3,688	0,7387
Porcentaje de jefes de hogar con lengua materna indígena	10,51%	9,40%	2,576	4,88%	4,64%	4,19	10,51%	9,40%	2,576	10,51%	9,40%	2,576
Distancia en horas a una ciudad de 50 000 habitantes	2,542	10,44	3,632	3,592	20,75	2,482	2,542	10,44	3,632	2,542	10,44	3,632
Porcentaje de la superficie que cuenta con título	48,98%	23,64%	0,03875	52,39%	23,65%	-0,0975	48,98%	23,64%	0,03875	48,98%	23,64%	0,03876
Porcentaje de productores que cuentan con teléfono	58,6%	24,3%	-0,3471	44,4%	24,7%	0,2268	58,6%	24,3%	-0,3471	58,6%	24,3%	-0,3471
Superficie equivalente (ha)	3,7	1446,0	120,1	3,1	6649,0	213,4	3,7	1446,0	120,1	3,7	1446,0	120,1

Covariables	Antes de Entropy Balancing						Después de Entropy Balancing (repesado)					
	Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas			Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas		
	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo
Porcentaje de productores que son comuneros	3,4%	3,3%	5,168	5,0%	4,7%	4,14	3,4%	3,3%	5,168	3,4%	3,3%	5,168
Porcentaje de productores que saben leer y escribir	94,0%	5,7%	-3,701	90,9%	8,3%	-2,841	94,0%	5,7%	-3,701	94,0%	5,7%	-3,701
Gini de la tierra distrital	0,5566	0,02788	0,0161	0,6072	0,02099	0,7341	0,5566	0,02788	0,0161	0,5566	0,02788	0,01614
Porcentaje de productores vinculados a organizaciones en el distrito	27,2%	4,7%	1,068	7,9%	1,0%	2,637	27,2%	4,7%	1,068	27,2%	4,7%	1,068
Porcentaje de productores que realizan en su predio otras actividades para generar ingresos	2,98%	2,89%	5,534	2,20%	2,15%	6,521	2,98%	2,89%	5,534	2,98%	2,89%	5,534

Tabla A-8

Balanceo entre los productores «tratados» y «controles» para el caso de estar vinculados a empresas

Covariables	Antes de Entropy Balancing						Después de Entropy Balancing (repesado)					
	Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas			Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas		
	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo
Metros de altitud	183,9	77 331	3,306	423,2	321 596	1,427	183,9	77 331	3,306	184,2	80 423	3,286
Nivel educativo del jefe de hogar	4,879	5,442	0,5645	4,401	5,01	0,5869	4,879	5,442	0,5645	4,878	5,441	0,5646
Porcentaje de jefes de hogar hombres	77,14%	17,63%	-1,293	70,25%	20,90%	-0,8856	77,14%	17,63%	-1,293	77,14%	17,63%	-1,293
Porcentaje de productores que adquirieron tierras por herencia	27,98%	20,15%	0,9813	36,77%	23,25%	0,5486	27,98%	20,15%	0,9813	27,98%	20,15%	0,9809

Covariables	Antes de Entropy Balancing						Después de Entropy Balancing (repesado)					
	Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas			Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas		
	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo
Porcentaje de productores que viven en la UA	28,06%	20,19%	0,9769	22,27%	17,31%	1,333	28,06%	20,19%	0,9769	28,06%	20,18%	0,9768
Miembros del hogar	3,528	3,792	0,9032	3,488	4,213	0,8204	3,528	3,792	0,9032	3,528	3,792	0,9032
Porcentaje de jefes de hogar con lengua materna indígena	5,79%	5,46%	3,785	5,41%	5,12%	3,942	5,79%	5,46%	3,785	5,79%	5,46%	3,786
Distancia en horas a una ciudad de 50 000 habitantes	1,976	1,889	1,829	3,574	20,7	2,486	1,976	1,889	1,829	1,979	2,711	4,186
Porcentaje de la superficie que cuenta con título	65,41%	21,09%	-0,6489	51,31%	23,70%	-0,05414	65,41%	21,09%	-0,6489	65,40%	21,09%	-0,6485
Porcentaje de productores que cuentan con teléfono	60,6%	23,9%	-0,4328	44,9%	24,7%	0,2038	60,6%	23,9%	-0,4328	60,6%	23,9%	-0,4324
Superficie equivalente (ha)	8,5	58047,0	106,5	2,9	3229,0	149,1	8,5	58047,0	106,5	8,5	58037,0	48,69
Porcentaje de productores que son comuneros	1,7%	1,6%	7,591	5,0%	4,7%	4,13	1,7%	1,6%	7,591	1,7%	1,6%	7,586
Porcentaje de productores que saben leer y escribir	93,0%	6,5%	-3,364	91,1%	8,1%	-2,885	93,0%	6,5%	-3,364	93,0%	6,5%	-3,364
Gini de la tierra distrital	0,5646	0,02232	0,4105	0,6043	0,02178	0,608	0,5646	0,02232	0,4105	0,5646	0,02232	0,4106
Porcentaje de productores vinculados a organizaciones en el distrito	18,1%	1,3%	1,065	4,6%	0,6%	2,197	18,1%	1,3%	1,065	18,1%	1,3%	1,064
Porcentaje de productores que realizan en su predio otras actividades para generar ingresos	2,27%	2,22%	6,405	2,27%	2,22%	6,403	2,27%	2,22%	6,405	2,27%	2,22%	6,405

Tabla A-9  
Balanceo entre los productores «tratados» y «controles» para el caso de pertenecer a organizaciones productivas y estar vinculados a empresas

Covariables	Antes de Entropy Balancing						Después de Entropy Balancing (repesado)					
	Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas			Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas		
	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo
Metros de altitud	183,9	77 331	3,306	423,2	321 596	1,427	183,9	77 331	3,306	184,2	80 423	3,286
Nivel educativo del jefe de hogar	4,879	5,442	0,5645	4,401	5,01	0,5869	4,879	5,442	0,5645	4,878	5,441	0,5646
Porcentaje de jefes de hogar hombres	77,14%	17,63%	-1,293	70,25%	20,90%	-0,8856	77,14%	17,63%	-1,293	77,14%	17,63%	-1,293
Porcentaje de productores que adquirieron tierras por herencia	27,98%	20,15%	0,9813	36,77%	23,25%	0,5486	27,98%	20,15%	0,9813	27,98%	20,15%	0,9809
Porcentaje de productores que viven en la UA	28,06%	20,19%	0,9769	22,27%	17,31%	1,333	28,06%	20,19%	0,9769	28,06%	20,18%	0,9768
Miembros del hogar	3,528	3,792	0,9032	3,488	4,213	0,8204	3,528	3,792	0,9032	3,528	3,792	0,9032
Porcentaje de jefes de hogar con lengua materna indígena	5,79%	5,46%	3,785	5,41%	5,12%	3,942	5,79%	5,46%	3,785	5,79%	5,46%	3,786
Distancia en horas a una ciudad de 50 000 habitantes	1,976	1,889	1,829	3,574	20,7	2,486	1,976	1,889	1,829	1,979	2,711	4,186
Porcentaje de la superficie que cuenta con título	65,41%	21,09%	-0,6489	51,31%	23,70%	-0,05414	65,41%	21,09%	-0,6489	65,40%	21,09%	-0,6485
Porcentaje de productores que cuentan con teléfono	60,6%	23,9%	-0,4328	44,9%	24,7%	0,2038	60,6%	23,9%	-0,4328	60,6%	23,9%	-0,4324
Superficie equivalente (ha)	8,5	58047,0	106,5	2,9	3229,0	149,1	8,5	58047,0	106,5	8,5	58037,0	48,69
Porcentaje de productores que son comuneros	1,7%	1,6%	7,591	5,0%	4,7%	4,13	1,7%	1,6%	7,591	1,7%	1,6%	7,586
Porcentaje de productores que saben leer y escribir	93,0%	6,5%	-3,364	91,1%	8,1%	-2,885	93,0%	6,5%	-3,364	93,0%	6,5%	-3,364
Gini de la tierra distrital	0,5646	0,02232	0,4105	0,6043	0,02178	0,608	0,5646	0,02232	0,4105	0,5646	0,02232	0,4106

Covariables	Antes de Entropy Balancing						Después de Entropy Balancing (repesado)					
	Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas			Organizaciones productivas			Organizaciones no productivas		
	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo	Media	Varianza	Sesgo
Porcentaje de productores vinculados a organizaciones en el distrito	18,1%	1,3%	1,065	4,6%	0,6%	2,197	18,1%	1,3%	1,065	18,1%	1,3%	1,064
Porcentaje de productores que realizan en su predio otras actividades para generar ingresos	2,27%	2,22%	6,405	2,27%	2,22%	6,403	2,27%	2,22%	6,405	2,27%	2,22%	6,405

## Anexo 7. Resultados Propensity Score Matching

**Tabla A-10**  
**Productores vinculados a organizaciones productivas**

	1:1 Sin reemplazo		1:1 Con reemplazo		3 Vecinos		Kernel	
	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.
Orientación al mercado y razón de siembra								
Porcentaje de la superficie cultivada cuyos productos se destinan a la venta	1,11	**	1,07	**	1,05	**	3,88	**
Porcentaje razón: precio del producto y mercado asegurado	9,12	**	9,53	**	9,06	**	10,63	**
Porcentaje razón: precio del producto	0,27		0,11		-0,02		0,28	**
Porcentaje razón: mercado asegurado	8,85	**	9,42	**	9,08	**	10,35	**
Porcentaje razón: siempre siembra lo mismo	-8,76	**	-9,00	**	-8,42	**	-8,02	**
Porcentaje razón: son cultivos que demandan poco gasto	-0,81		-0,73		-0,89		-3,13	**
Buenas prácticas, crédito y mano de obra								
Porcentaje de productores que usan semillas mejoradas	4,33	**	3,96	**	3,73	**	5,09	**
Porcentaje de productores que usan control biológico	2,84	**	2,22	**	2,30	**	3,37	**
Porcentaje de productores que reciben atención técnica, capacitación técnica o asesoría empresarial	28,95	**	28,87	**	28,57	**	30,27	**
Porcentaje de productores que cuentan con certificación orgánica para alguno de sus cultivos	21,49	**	21,80	**	21,75	**	22,13	**
Porcentaje de productores que utilizan riego tecnificado	1,9%	**	1,89	**	2,20	**	3,26	**
Porcentaje de productores que recibieron créditos	8,19	**	7,01	**	7,63	**	10,43	**
Número de trabajadores eventuales	2,4	**	2,5		2,46	**	3,98	**
Número de trabajadores permanentes	0	**	0		0,02		0,02	**
Valor de los activos (en nuevos soles)								
Valor de la infraestructura	3439	**	3685	**	3288	**	3966	**
Valor de la maquinaria	583		417		405		1157	**
Valor del ganado	1097	**	875		1245	**	1385	**
Valor de la tierra	-41 877		14 285		15 220		-31 884	
Valor total de los activos	-36 758		19 261		20 158		-25 377	
Valor de los activos (sin tierra)	5119	**	4976	**	4938	**	6508	**
Valor de los activos (sin tierra ni ganado)	4022	**	4101	**	3693	**	5123	**



	1:1 Sin reemplazo		1:1 Con reemplazo		3 Vecinos		Kernel	
	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.
<b>Bienestar de los productores</b>								
Porcentaje de beneficiarios de Juntos	0,33		0,32		0,26		-1,20	**
Porcentaje de productores que migran para realizar otras actividades	-2,89	**	-2,87	**	-2,79	**	-2,77	**
Porcentaje de productores que declaran que la actividad agropecuaria les genera ingresos suficientes	4,25	**	3,82	**	3,63	**	5,35	**
Porcentaje de productores con algún hijo que haya cursado educación superior	2,97	**	2,36	**	2,10	**	3,66	**

**Tabla A-11**  
**Productores vinculados a empresas**

	1:1 Sin reemplazo		1:1 Con reemplazo		3 Vecinos		Kernel	
	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.
<b>Orientación al mercado y razón de siembra</b>								
Porcentaje de la superficie cultivada que se destina a la venta	10,13	**	10,28	**	10,14	**	13,92	**
Porcentaje razón: precio del producto y mercado asegurado	3,41	**	3,70	**	4,02	**	7,93	**
Porcentaje razón: precio del producto	1,31	**	1,45	**	1,58	**	2,20	**
Porcentaje razón: mercado asegurado	2,10	**	2,25	**	2,44	**	5,73	**
Porcentaje razón: siempre siembra lo mismo	1,99	**	1,52	**	1,95	**	0,35	**
Porcentaje razón: son cultivos que demandan poco gasto	-4,77	**	-4,25	**	-4,31	**	-7,13	**
<b>Buenas prácticas, crédito y mano de obra</b>								
Porcentaje de productores que usan semillas mejoradas	2,70	**	2,61	**	2,63	**	7,44	**
Porcentaje de productores que usan control biológico	3,90	**	3,73	**	3,97	**	5,27	**
Porcentaje de productores que reciben atención técnica, capacitación técnica o asesoría empresarial	4,08	**	3,96	**	3,75	**	8,12	**
Porcentaje de productores que cuentan con certificación orgánica para alguno de sus cultivos	0,27		0,13		0,36		2,19	**

	1:1 Sin reemplazo		1:1 Con reemplazo		3 Vecinos		Kernel	
	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.
Buenas prácticas, crédito y mano de obra								
Porcentaje de productores que utilizan riego tecnificado	1,39	**	1,28	**	1,27	**	2,27	**
Porcentaje de productores que recibieron créditos	3,33	**	3,67	**	3,33	**	6,47	**
Número de trabajadores eventuales	8,1	**	8,1	**	9,19	**	11,39	**
Número de trabajadores permanentes	0,1	**	0,1	**	0,07	**	0,09	**
Valor de los activos (en nuevos soles)								
Valor de la infraestructura	2389	**	2439	**	2200	**	2572	**
Valor de la maquinaria	2213	**	2113	**	2243	**	3428	**
Valor del ganado	-438	**	-509	**	-422	**	-541	**
Valor de la tierra	-11 271		-36 852		-6160		-72 454	**
Valor total de los activos	-7107		-32 809		-2139		-66 995	**
Valor de los activos (sin tierra)	4164	**	4044	**	4021	**	5459	**
Valor de los activos (sin tierra ni ganado)	4602	**	4553	**	4443	**	6000	**
Bienestar de los productores								
Porcentaje de beneficiarios de Juntos	-0,20	**	-0,18		-0,23	**	-3,03	**
Porcentaje de productores que migran para realizar otras actividades	-2,22	**	-2,64	**	-2,52	**	-3,26	**
Porcentaje de productores que consideran que la actividad agropecuaria les genera ingresos suficientes	4,38	**	4,66	**	5,13	**	8,82	**
Porcentaje de productores con algún hijo que haya cursado educación superior	0,98		0,68		0,78		4,20	**

**Tabla A-12**  
**Productores vinculados a organizaciones y empresas**

	1:1 Sin reemplazo		1:1 Con reemplazo		3 Vecinos		Kernel	
	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.
Orientación al mercado y razón de siembra								
Porcentaje de la superficie cultivada que se destina a la venta	6,12	**	5,89	**	6,47	**	16,88	**
Porcentaje razón: precio del producto y mercado asegurado	9,32	**	8,87	**	9,18	**	16,16	**

	1:1 Sin reemplazo		1:1 Con reemplazo		3 Vecinos		Kernel	
	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.	Efecto en todos los productores	Sig.
Orientación al mercado y razón de siembra								
Porcentaje razón: precio del producto	1,40	**	1,15	**	1,51	**	2,26	**
Porcentaje razón: mercado asegurado	7,92	**	7,72	**	7,67	**	13,89	**
Porcentaje razón: siempre siembra lo mismo	-8,27	**	-8,37	**	-7,31	**	-5,75	**
Porcentaje razón: son cultivos que demandan poco gasto	-4,48	**	-4,53	**	-4,07	**	-14,27	**
Buenas prácticas, crédito y mano de obra								
Porcentaje de productores que usan semillas mejoradas	1,15		1,40		2,28		13,12	**
Porcentaje de productores que usan control biológico	7,03	**	6,98	**	6,94	**	11,05	**
Porcentaje de productores que reciben atención técnica, capacitación técnica o asesoría empresarial	24,76	**	25,81	**	24,38	**	36,74	**
Porcentaje de productores que cuentan con certificación orgánica para alguno de sus cultivos	18,83	**	19,03	**	18,62	**	26,66	**
Porcentaje de productores que cuentan con riego tecnificado	7,47	**	7,47	**	8,24	**	8,93	**
Porcentaje de productores que recibieron créditos	8,72	**	8,72	**	9,53	**	20,89	**
Número de trabajadores eventuales	9,8	**	9,8	**	11,97	**	11,86	**
Número de trabajadores permanentes	0,1		0,1		0,11	**	0,18	**
Valor de los activos (en nuevos soles)								
Valor de la infraestructura	2800		3105		3259	**	1649	
Valor de la maquinaria	3140	**	2660	**	3773	**	4953	**
Valor del ganado	1020	**	979	**	547		-247	
Valor de la tierra	137 397	**	137 542	**	37 974		-20 913	
Valor total de los activos	144 358	**	144 285	**	45 553		-14 559	
Valor de los activos (sin tierra)	6961	**	6743	**	7579	**	6355	**
Valor de los activos (sin tierra ni ganado)	5941	**	5764	**	7032	**	6601	**
Bienestar de los productores								
Porcentaje de beneficiarios de Juntos	-0,20		-0,20		-0,05		-5,37	**
Porcentaje de productores que migran para realizar otras actividades	-4,14	**	-4,78	**	-5,05	**	-6,64	**
Porcentaje de productores que consideran que la actividad agropecuaria les genera ingresos suficientes	8,57	**	9,37	**	8,67	**	18,05	**
Porcentaje de productores con algún hijo que haya cursado educación superior	5,13	**	4,68	**	5,48	**	9,94	**

Anexo 8: Resultados Entropy Balancing obtenidos utilizando diversos cortes en los productores vinculados a empresas

Variables	Vinculados a organizaciones productivas <sup>11</sup>						Vinculados a empresas						Vinculados a organizaciones productivas y empresas					
	Corte 20%	Sig.	Corte 33%	Sig.	Corte 50%	Sig.	Corte 20%	Sig.	Corte 33%	Sig.	Corte 50%	Sig.	Corte 20%	Sig.	Corte 33%	Sig.	Corte 50%	Sig.
Orientación al mercado y razón de siembra																		
Porcentaje de la superficie cultivada destinado a la venta	2,12	**	2,13	**	2,14	**	10,08	**	10,28	**	10,59	**	6,56	**	6,89	**	6,96	**
Porcentaje razón: precio del producto y mercado asegurado	8,34	**	8,38	**	8,41	**	2,77	**	2,83	**	2,91	**	9,12	**	9,58	**	9,67	**
Porcentaje razón: precio del producto	0,14		0,14		0,14		1,46	**	1,49	**	1,53	**	1,42	**	1,49	**	1,51	**
Porcentaje razón: mercado asegurado	8,20	**	8,24	**	8,27	**	1,31	**	1,34	**	1,38	**	7,70	**	8,09	**	8,17	**
Porcentaje razón: siempre siembra lo mismo	-8,20	**	-8,21	**	-8,27	**	1,96	**	2,00	**	2,06	**	-7,80	**	-8,19	**	-8,27	**
Porcentaje razón: son cultivos que demandan poco gasto	-1,11	**	-1,12	**	-1,12	**	-2,77	**	-2,83	**	-2,91	**	-5,25	**	-5,51	**	-5,57	**
Buenas prácticas, crédito y mano de obra																		
Porcentaje de productores que usan semillas mejoradas	2,30	**	2,30	**	2,31	**	7,17	**	7,17	**	7,31	**	8,58	**	9,01	**	9,19	**
Porcentaje de productores que usan control biológico	1,83	**	1,83	**	1,84	**	4,91	**	4,91	**	5,01	**	9,35	**	9,82	**	10,01	**
Porcentaje de productores que reciben atención técnica, capacitación técnica o asesoría empresarial	24,72	**	24,72	**	24,84	**	5,58	**	5,58	**	5,69	**	25,39	**	26,66	**	27,19	**

Variables	Vinculados a organizaciones productivas <sup>11</sup>					Vinculados a empresas					Vinculados a organizaciones productivas y empresas				
	Corte 20%	Sig.	Corte 33%	Sig.	Corte 50%	Sig.	Corte 20%	Sig.	Corte 33%	Sig.	Corte 20%	Sig.	Corte 33%	Sig.	Corte 50%
Porcentaje de productores que cuentan con certificación orgánica para alguno de sus cultivos	15,95	**	15,95	**	16,03	**	0,58	**	0,58	**	18,42	**	19,34	**	19,92
Porcentaje de productores que utilizan riego tecnificado	1,59	**	1,59	**	1,60	**	1,36	**	1,39	**	7,91	**	8,31	**	8,55
Porcentaje de productores que recibieron créditos	7,33	**	7,33	**	7,37	**	4,74	**	4,83	**	9,86	**	10,35	**	10,66
Número de trabajadores eventuales	0,02	**	0,02	**	0,02	**	0,08	**	0,08	**	0,18	**	0,19	**	19,47
Número de trabajadores permanentes	2,33	**	2,33	**	2,34	**	11,96	**	12,20	**	15,26	**	16,02	**	16,5037
Valor de los activos (en nuevos soles)															
Valor de la infraestructura	4583	**	4583	**	4585	**	2008	**	2048	**	2840	**	2982	**	3012
Valor de la maquinaria	350	**	350	**	350	**	2903	**	2961	**	4765	**	5003	**	5053
Valor del ganado	2734	**	2734	**	2735	**	-1995	**	-2035	**	204	**	214	**	216
Valor de la tierra	0	**	0	**	0	**	41	**	42	**	-14	**	-15	**	-15
Valor total de los activos	7668	**	7668	**	7672	**	2957	**	3016	**	7796	**	8186	**	8268
Valor de los activos (sin tierra)	7667	**	7667	**	7671	**	2916	**	2974	**	7809	**	8199	**	8281
Valor de los activos (sin tierra ni ganado)	4933	**	4933	**	4935	**	4911	**	5009	**	7605	**	7985	**	8065
Bienestar de los productores															
Porcentaje de beneficiarios de Juntos	0,11		0,11		0,11		-0,26	**	-0,27	**	-0,27	**	-0,28	**	-0,28
Porcentaje de productores que migran para realizar otras actividades	0,15		0,15		0,15		-1,03	**	-1,05	**	-4,77	**	-4,91	**	-5,01

Variables	Vinculados a organizaciones productivas <sup>11</sup>						Vinculados a empresas						Vinculados a organizaciones productivas y empresas					
	Corte 20%			Corte 33%			Corte 50%			Corte 20%			Corte 33%			Corte 50%		
	Sig.	Corte	Sig.	Sig.	Corte	Sig.	Sig.	Corte	Sig.	Sig.	Corte	Sig.	Sig.	Corte	Sig.	Sig.	Corte	Sig.
Porcentaje de productores que consideran que la actividad agropecuaria les genera ingresos suficientes	3,28	**	3,30	**	3,31	**	6,44	**	6,57	**	6,57	**	9,31	**	9,59	**	9,78	**
Porcentaje de productores con algún hijo que haya cursado educación superior	1,79	**	1,80	**	1,81	**	1,92	**	1,96	**	1,96	**	5,92	**	6,10	**	6,22	**

## Anexo 9. Resultados de los pequeños productores

Variables	Vinculados a organizaciones productivas		Vinculados a empresas		Vinculados a organizaciones productivas y empresas	
	Efecto	Sig.	Efecto	Sig.	Efecto	Sig.
Orientación al mercado y razón de siembra						
Porcentaje de la superficie cultivada destinado a la venta	2,70	**	12,01	**	8,25	**
Porcentaje razón: precio del producto y mercado asegurado	12,36	**	1,84		8,57	**
Porcentaje razón: precio del producto	0,33	**	1,26		0,62	**
Porcentaje razón: mercado asegurado	12,03	**	0,58		7,95	**
Porcentaje razón: siempre siembra lo mismo	-9,54		3,32	**	-7,60	**
Porcentaje razón: son cultivos que demandan poco gasto	-0,63		-3,06	**	-4,94	**
Buenas prácticas, crédito y mano de obra						
Porcentaje de productores que usan semillas mejoradas	0,83		7,99	**	9,93	**
Porcentaje de productores que usan control biológico	0,90		3,26	**	8,16	**
Porcentaje de productores que reciben atención técnica, capacitación técnica o asesoría empresarial	27,66	**	4,59		34,37	**
Porcentaje de productores que cuentan con certificación orgánica en alguno de sus cultivos	21,51	**	1,09		32,92	**
Porcentaje de productores que cuentan con riego tecnificado	1,01	**	1,07	**	7,19	**
Porcentaje de productores que recibieron créditos	7,60	**	3,16		13,73	**
Número de trabajadores eventuales	0,02		0,01	**	0,03	**
Número de trabajadores permanentes	-0,91		2,75	**	3,27	**
Valor de los activos (nuevos soles)						
Valor de la infraestructura	4409		-202	**	-499	**
Valor de la maquinaria	-495		342	**	852	**
Valor del ganado	3741	**	-2723		-82	
Valor de la tierra	614		8206		8154	
Valor total de los activos	8269		5623		7824	
Valor de los activos (sin tierra)	7654	**	-2584	**	270	**
Valor de los activos (sin tierra ni ganado)	3913		139	**	352	**
Bienestar de los productores						
Porcentaje de beneficiarios de Juntos	0,17		-0,28		-0,45	**
Porcentaje de productores que migran para realizar otras actividades	-1,01	**	0,18		-6,20	**
Porcentaje de productores que consideran que la actividad agropecuaria les genera ingresos suficientes	5,78	**	3,95	**	12,44	**
Porcentaje de productores con algún hijo que haya cursado educación superior	1,49	**	1,41	**	5,07	**

Fuente: IV CENAGRO 2012. Elaboración propia.





## TERCER CAPÍTULO

# CAMBIO CLIMÁTICO, USO DE RIEGO Y ESTRATEGIAS DE DIVERSIFICACIÓN DE CULTIVOS EN LA SIERRA PERUANA

Carmen Ponce  
Carlos Alberto Arnillas  
Javier Escobal



## INTRODUCCIÓN

El objetivo de este estudio es contribuir a entender el cambio en las condiciones climáticas ocurrido en la sierra peruana durante el periodo 1994-2012, e identificar algunos de los efectos que este cambio ha tenido en las decisiones vinculadas a las estrategias productivas de los agricultores de esta región; en particular, al uso del riego y la diversificación de los cultivos.

Diversos estudios han mostrado los impactos severos del cambio climático global en la sierra peruana. Entre estos, se ha documentado el deshielo acelerado de los glaciares y su consecuencia sobre los regímenes hídricos. Asimismo, reportes de agricultores de la sierra alertan sobre la creciente incertidumbre climática, así como la mayor vulnerabilidad frente a plagas y eventos climáticos extremos imprevistos, que pueden ocasionar la pérdida de cosechas. Por otro lado, también se han documentado impactos positivos del cambio climático en la agricultura, como la reciente viabilidad de ciertos cultivos que antes no crecían en determinadas zonas y que podría permitir que los agricultores de la sierra desarrollen una vinculación más rentable con los mercados agrícolas.

Aunque se cuenta con algunas estimaciones del cambio climático para el Perú producidas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), estas no están disponibles para periodos compatibles con los de los censos agropecuarios de 1994 y el 2012; por ello, dichas estimaciones no permiten analizar los posibles efectos del cambio climático sobre las decisiones productivas de los agricultores. Para hacer este tipo de análisis, es necesario estimar las condiciones climáticas de los 30 años anteriores a cada censo agropecuario en niveles de agregación compatibles con las unidades de observación censales. Por eso, este estudio elabora primero estimaciones

del cambio en la temperatura promedio y en la precipitación promedio de los distritos de la sierra<sup>1</sup> para los periodos 1964-1994 y 1982-2012. Estas estimaciones siguen la metodología empleada por Lavado y otros (2015) para el estudio del impacto económico del cambio climático en el Perú (EIECCP). Sobre la base de estas estimaciones, de los datos de los censos agrarios de 1994 y del 2012, así como de información adicional recolectada de fuentes complementarias, se estudian los efectos del cambio climático sobre las decisiones de uso de riego y diversificación de cultivos de las unidades agropecuarias de la sierra. Al respecto, el uso de un panel de distritos con información de los censos agropecuarios permite obtener estimadores consistentes del impacto del cambio climático sobre las variables de interés.

El documento está organizado en cuatro secciones. La primera presenta brevemente la literatura reciente sobre la relación entre el cambio climático y las decisiones productivas en la agricultura. La segunda se refiere a la estrategia y los resultados de la estimación del cambio en las condiciones climáticas. La tercera se concentra en discutir la estrategia de estimación de algunos de los efectos que este cambio ha tenido en el uso del riego y la concentración de cultivos en la sierra. En la última sección se resumen los principales hallazgos de este trabajo y se concluye con algunas ideas sobre la agenda de investigación pendiente en este tema.

---

1 En este estudio se considera que un distrito es de sierra si más de la mitad de su superficie agrícola se encuentra en sectores de empadronamiento agropecuario (SEA) de sierra, según el Censo Agropecuario del 2012.

## 1. CAMBIO CLIMÁTICO Y ESTRATEGIAS PRODUCTIVAS DE LAS UNIDADES AGROPECUARIAS

Existe abundante literatura sobre el impacto que tienen tanto el cambio climático como la vulnerabilidad climática en las decisiones tecnológicas de los agricultores, y sus estrategias de diversificación de cultivos, crianzas e ingresos.

Entre las múltiples estrategias de adaptación frente al cambio climático, el desarrollo y la difusión de tecnologías se considera una de las opciones más relevantes (Stalker 2006, Lybbert y Sumner 2010). No solo los productores buscan adoptar tecnologías menos vulnerables ante los *shocks* climáticos; los investigadores también están modificando o innovando tecnologías con el fin de incrementar la tolerancia agrícola frente a estos *shocks*. Así, autores como Tambo y Abdoulaye (2012), y Ruben y otros (2000), muestran la utilidad de incrementar la flexibilidad en el uso de tecnologías como mecanismo de adaptación a la mayor vulnerabilidad climática.

La literatura muestra que las estrategias típicas de adaptación incluyen el uso de nuevas variedades de un mismo cultivo, nuevos cultivos y especies animales que se adecúen mejor a condiciones secas; la adopción de nuevas tecnologías de riego; la diversificación de cultivos o la adopción de sistemas mixtos; la modificación de las fechas de siembra; y la diversificación hacia actividades no agrícolas (Nhemachena y Hassan 2007, Bradshaw y otros 2004). Asimismo, se sugiere que la elección de una u otra estrategia de adaptación depende del contexto en el que se ubica el productor, lo que incluye las características de este, la base de activos —tangibles e intangibles— de los que dispone, su cercanía o lejanía a los mercados de productos y factores, así como los arreglos institucionales —formales e informales— imperantes (Deressa y otros 2008).

El desarrollo de infraestructura que permita manejar el agua y el uso de tecnologías de riego son vistos también como elementos clave para que los pequeños productores logren enfrentar el cambio climático. Mejoras tanto en la gestión del agua en microcuencas (Tompkins y Adger 2004, Marshall y Randhir 2008) como en el riego tecnificado (Nkya y otros 2015) son vistas como opciones importantes para reducir los impactos negativos del cambio climático.

Lin (2011) muestra cómo la diversificación de cultivos puede contribuir a incrementar la resiliencia de la producción agrícola, pues impulsa una mayor capacidad para limitar la aparición de pestes y la transmisión de agentes patógenos, y contribuye a reducir la variabilidad de la producción agregada en entornos de alta variabilidad climática. Según esta autora, las políticas dirigidas a fomentar la especialización de cultivos, e incluso el monocultivo, han exacerbado los impactos negativos del cambio climático. Finalmente, Lin (2011) señala que se puede diversificar en distintas escalas: tanto en el nivel del productor —distintos cultivos o tipos de cultivos— como en el de territorios. Para ello, es necesario identificar o promover paisajes que permitan una mayor resiliencia ecológica; es decir, una mayor capacidad de absorber perturbaciones sin que se alteren significativamente sus características de estructura y funcionalidad.

Las estrategias de adaptación no solo se limitan al aspecto técnico-productivo. Por ejemplo, Osbahr y otros (2008) muestran, para el caso de Mozambique, respuestas locales ante *shocks* climáticos mediante la creación de instituciones informales y sistemas de manejo colectivo de la tierra que incorporan elementos de reciprocidad y flexibilidad capaces de absorber eventos negativos e incrementar la resiliencia. Por su parte, Morton (2007) señala que las estrategias de adaptación de los agricultores de subsistencia son muy heterogéneas, puesto que dependen del contexto en el que ellos operan y de la presencia de otros factores estresantes no vinculados al clima —como el grado de desarrollo de los mercados, y la volatilidad de los mercados de productos y de trabajo—, capaces de ampliar o limitar las posibilidades de desarrollar estrategias de diversificación.

Es importante reconocer que las estrategias de adaptación no siempre logran impactos positivos. Paavola (2008) muestra que, en Tanzania, algunas de estas presentaron impactos no anticipados y degradaron la base de recursos naturales, lo que complicó la convivencia futura con la vulnerabilidad climática.

Para el caso de la sierra del Perú, el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) (2005) muestra que el hecho de que la mayor parte de la cuenca del Mantaro se encuentre bajo secano determina que esta zona sea muy susceptible frente a las sequías y temperaturas extremas, tanto altas (veranillos) como mínimas (heladas). Aunque el estudio reconoce la importancia de mejorar el manejo del agua como mecanismo para enfrentar el cambio climático, destaca que en el eventual escenario de una sequía prolongada, los efectos negativos no podrán ser reducidos mediante el uso de reservorios, ya que estos no pueden proporcionar agua indefinidamente; esta situación afectará tanto a la agricultura de riego como a la de secano. El estudio alerta que las variaciones de temperatura, de regularidad de las precipitaciones y fenómenos climáticos extremos aumentarán la presión sobre los recursos agrarios y reducirán la calidad de las zonas dedicadas a la producción agrícola y su rendimiento. Las tierras de secano se verían especialmente perjudicadas, pero también las tierras bajo riego, principalmente por los conflictos sociales entre los usuarios de agua potable, agua para riego y agua para la generación de energía hidroeléctrica, lo que alteraría el ya frágil panorama social de la cuenca (Consejo Nacional del Ambiente 2005: 83).

El estudio sugiere impulsar el riego como medida de adaptación estructural, y acompañar esta medida con mejoras en los sistemas de organización y gestión del agua.

Por otro lado, Escobal y Ponce (2010) resaltan el papel que cumple la incertidumbre climática en las estrategias de vida de los hogares rurales. Los autores mencionan cómo dicha incertidumbre puede reducir los incentivos para realizar actividades agrícolas y más bien generar incentivos alternativos para incursionar en la ganadería o en actividades no agropecuarias, típicamente vinculadas al sector servicios.

Es interesante anotar que el grueso de la literatura resalta los impactos negativos del cambio climático, mientras tiende a invisibilizar los efectos positivos que este podría tener en algunos espacios. Maletta y Maletta (2011) muestran que las principales causas del cambio climático en los Andes son el calentamiento global y el fenómeno de El Niño-oscilación del sur (ENSO por sus siglas en inglés). Las posibles manifestaciones de este cambio son un clima más cálido, el incremento de la precipitación promedio, sequías más habituales y prolongadas, inundaciones más frecuentes y riesgos asociados al retroceso de los glaciares. Los autores reconocen, sin embargo, que la presencia de los Andes genera múltiples microclimas, lo que causa mucha mayor incertidumbre en los escenarios de cambio climático. Maletta y Maletta (2011) sostienen que la población rural de la sierra tiene experiencia en adecuarse a varios climas y microclimas, lo que le permitirá estar mejor preparada para la adaptación al cambio climático en comparación con poblaciones que viven en climas más homogéneos. Los autores reconocen, además, que el principal problema de la sierra no son las altas temperaturas, sino la escasa e incierta precipitación, junto con la presencia de heladas y granizo a mayores altitudes. En ese contexto, postulan que los incrementos en la temperatura podrían permitir la expansión de la tierra cultivable en zonas altas: «El aumento de la temperatura reduciría los riesgos de heladas en alturas elevadas, extendiendo el periodo libre de heladas, lo que permitiría que vastas porciones de las planicies altoandinas puedan empezar a ser cultivadas» (Maletta y Maletta 2011: 361, traducción nuestra).

Sin embargo, ya sea para reducir la vulnerabilidad como para aprovechar eventuales ventanas de oportunidad, es central la necesidad de incrementar la inversión en sistemas de manejo del agua. Maletta y Maletta (2011) enfatizan la importancia de desarrollar proyectos de conservación en microcuencas, pequeños proyectos de irrigación, mejoras en el manejo de lagos alimentados por los glaciares en retroceso, mejoras en la eficiencia del riego y estrategias de inundación de planicies altoandinas, así como también de diversificar las fuentes de ingreso fuera de la agricultura, y mejorar el acceso de los hogares rurales a los mercados de productos y factores.



Tal como muestran Escobal y Armas en el capítulo que publican en este mismo libro, las unidades agropecuarias que operan en la sierra combinan una agricultura de subsistencia con una agricultura orientada hacia los mercados. Tanto el cambio climático como la mayor incertidumbre y vulnerabilidad que podrían estar asociadas a este fenómeno seguramente tendrán un impacto en la manera como se combinan ambos tipos de agricultura. Hassan y Nhemachena (2008) sostienen que el cambio climático podría precarizar a los pequeños agricultores y empujarlos a incrementar su producción para autoconsumo, a costa de una menor vinculación con los mercados de productos y el desaprovechamiento de potenciales economías de escala. Estos autores muestran también que la expansión del monocultivo genera mayores niveles de vulnerabilidad frente al cambio climático. De manera complementaria, varios estudios señalan que el cambio climático puede incrementar la volatilidad de los precios de los productos agrícolas, y reducir los incentivos para que los pequeños productores se conecten con los mercados de productos.

Frente a estos efectos negativos, Maletta y Maletta (2011) sostienen que existe un potencial impacto positivo que no debe ser desdeñado: la expansión de la frontera agrícola en la planicie altoandina podría convertirse en una oportunidad para que se expanda la oferta mercantil de la agricultura de la sierra. Obviamente, intervenciones dirigidas a mejorar el manejo del agua y la infraestructura que conecta a los agricultores con los mercados pueden contribuir, de manera simultánea, a reducir la vulnerabilidad de los productores agropecuarios y aprovechar las ventanas de oportunidad si es que estas aparecen.

En la siguiente sección presentaremos estimaciones del cambio climático para la sierra peruana y, posteriormente, analizaremos algunos de los efectos que este ha tenido tanto en el riego como en la diversificación de la cartera de cultivos.



## 2. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SIERRA PERUANA

Con el fin de analizar la dirección y la dimensión del cambio climático en la sierra, se estimó la temperatura promedio y la precipitación promedio de los periodos de 30 años previos a cada año censal, 1994 y 2012. Para ello, se utilizó la información recogida por las estaciones meteorológicas del SENAMHI entre los años 1964 y 2012.<sup>2</sup>

Como es habitual en los estudios climatológicos, se agregaron los indicadores de temperatura y precipitación por trimestre, con el fin de simplificar la representación de los patrones climáticos. Cada trimestre representa una estación o periodo de tiempo en el que la Tierra gira alrededor del Sol. Siguiendo ese criterio, se agruparon los meses de mayo y julio alrededor del mes del solsticio de invierno (junio); el mismo procedimiento se siguió para el solsticio de verano (diciembre) y para los equinoccios (setiembre y marzo). Esta definición de trimestres, por supuesto, es consistente con el calendario agrícola de la sierra del Perú, que comienza en agosto y culmina en julio del siguiente año. Como resultado, los trimestres se agruparon de la siguiente manera: agosto-setiembre-octubre, noviembre-diciembre-enero, febrero-marzo-abril y mayo-junio-julio.

### 2.1. Tendencias reportadas por las estaciones meteorológicas ubicadas en la sierra

Antes de presentar las estimaciones del cambio climático, cabe preguntarse cuáles son las tendencias en temperatura y precipitación que se derivan de

---

2 Esta información se encuentra en la página web del SENAMHI, <[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)>.

los datos reportados directamente por las estaciones meteorológicas durante este periodo.

Siguiendo la práctica de las instituciones especializadas en el monitoreo del cambio climático,<sup>3</sup> analizamos los cambios en temperatura y precipitación a partir del concepto de *anomalías*. Para una región específica, en un trimestre específico, la *anomalía de temperatura* está dada por la diferencia entre la temperatura observada —en ese lugar, trimestre y año— y el promedio de temperaturas de un periodo de referencia —en el mismo lugar y trimestre—. Así, la *anomalía* representa la diferencia entre la temperatura observada y la esperada. Este indicador permite hacer un análisis de tendencias más preciso cuando se estudian áreas extensas, que típicamente cuentan con una distribución de estaciones irregular o poco representativa de los espacios contenidos en su interior. Este es el caso de la información de las estaciones meteorológicas en el país.

Para identificar tendencias en las series de anomalías de temperatura y de precipitación, se definió como periodo de referencia el primer lapso de 30 años, 1964-1994, y se procedió a calcular la diferencia entre el promedio registrado en una estación/trimestre/año particular y el promedio de esa estación/trimestre durante el periodo de referencia. A continuación, se presentan las anomalías de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación de cada estación/trimestre/año.

Como se muestra en el gráfico 1, encontramos una tendencia claramente creciente en las temperaturas máximas promedio de la sierra.<sup>4</sup> Este incremento se acentúa sobre todo en los meses de inicio de siembra de la campaña grande de los principales productos de la sierra<sup>5</sup> (véase el trimestre agosto-octubre).

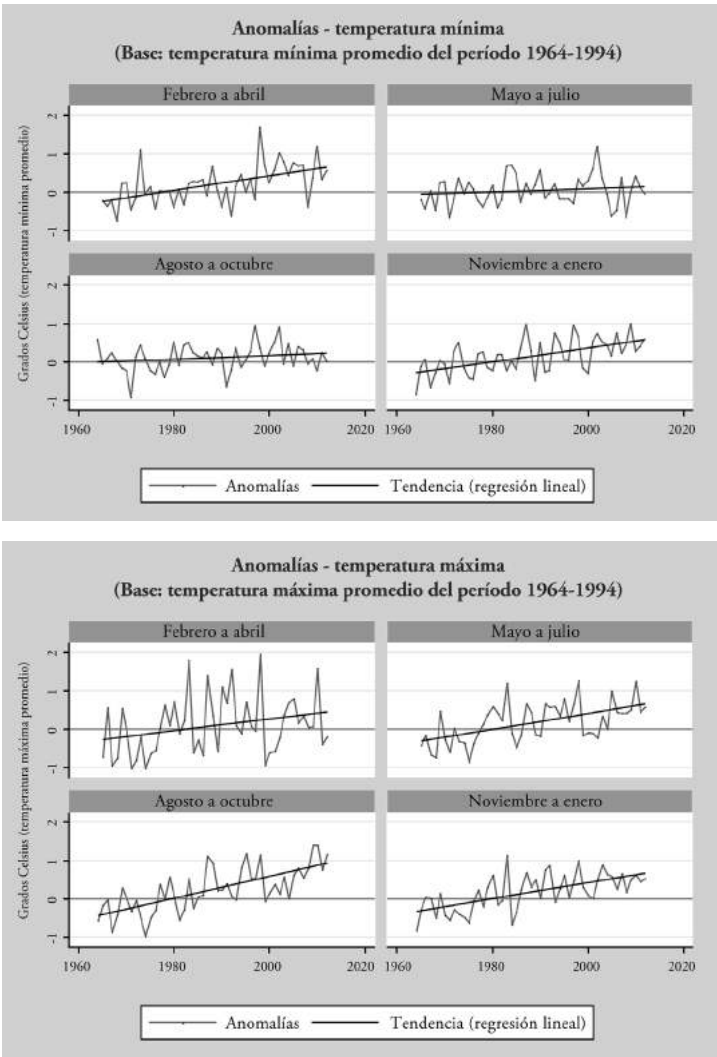
3 Nos referimos a instituciones como el SENAMHI del Perú, el Observatorio de la Tierra de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA por sus siglas en inglés) y la Administración Nacional de Océanos y Atmósfera de Estados Unidos (NOAA por sus siglas en inglés). Para mayor información sobre el seguimiento de anomalías a nivel global, véase <<https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/anomalies.php>; [http://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=MOD\\_LSTAD\\_M](http://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=MOD_LSTAD_M)>.

4 Es importante notar que las temperaturas máximas promedio se refieren al promedio de las temperaturas máximas reportadas en cada uno de los días de determinado mes; es decir, no se refieren a la temperatura máxima observada en ese mes. Lo mismo ocurre con las temperaturas mínimas promedio.

5 Disponible en <<http://sica.minag.gob.pe/sica/?q=calendario-de-siembras-y-cosechas>>.

### Gráfico 1

Tendencia de las anomalías en temperatura mínima y máxima entre 1964 y el 2012 (datos de las estaciones del SENAMHI localizadas en la sierra)



Fuente: Información de las estaciones meteorológicas del SENAMHI.  
Elaboración propia.

En menor medida, se observa también una tendencia creciente en el trimestre noviembre-enero. La tendencia en temperaturas mínimas, sin embargo, es ligeramente distinta: no se detecta una tendencia marcada en los trimestres de mayo-julio y agosto-octubre, aunque sí incrementos de la temperatura mínima promedio en los trimestres de la temporada de lluvias.

En términos de precipitación, debido a la diferencia en precipitación promedio entre la época lluviosa y la época seca, el gráfico 3 muestra por separado las anomalías para cada una. Si bien la variabilidad es bastante alta, se observa cierta tendencia creciente en la precipitación de trimestres lluviosos y una reducción en la precipitación en el trimestre de inicio de la campaña agrícola (lo que podría estar llevando a retrasos en el inicio de la siembra de ciertos productos agrícolas).

Es importante señalar que las tendencias mostradas en los gráficos 1 y 2 se basan en el registro de las estaciones meteorológicas del SENAMHI, y por ello están limpias de los errores asociados a procesos de estimación como los que utilizamos posteriormente para relacionar el cambio climático con las variables de interés vinculadas a los censos agropecuarios.<sup>6</sup> Sin embargo, en la medida en que las estaciones no están distribuidas de tal manera que aseguren la representatividad de los espacios de la sierra, estos gráficos no necesariamente representan las tendencias promedio de esta región.

A continuación, presentaremos una estrategia de estimación de la temperatura y la precipitación que sí permite estimar las tendencias promedio de la sierra, y además sirve como base para la estimación —a nivel distrital o provincial— de algunos efectos del cambio climático en las estrategias productivas de los agricultores de la sierra.

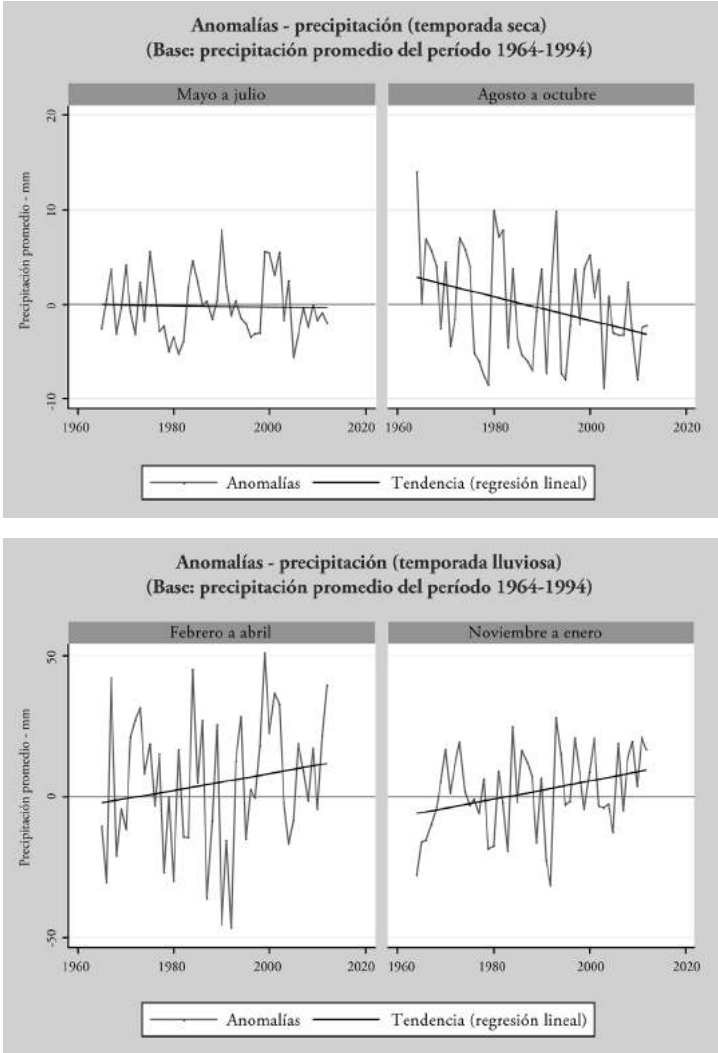
## 2.2. Estrategia metodológica de estimación del cambio climático en la sierra

La estimación de la temperatura y la precipitación implementada en este estudio sigue la metodología desarrollada por Lavado, Ávalos y Buytaert

---

<sup>6</sup> Un paso previo a la construcción de los gráficos de tendencias fue la identificación de *outliers* debido a errores de digitación o codificación de error.

**Gráfico 2**  
**Tendencia de las anomalías en la precipitación mensual\***  
**entre 1964 y el 2012**  
**(datos de las estaciones del SENAMHI localizadas en la sierra)**



\* Promedio trimestral de la precipitación mensual acumulada.

Fuente: Información de las estaciones meteorológicas del SENAMHI.

Elaboración propia.

(2015) para el EIECCP. La información base utilizada para las estimaciones incluye datos diarios de temperatura máxima, mínima y precipitación del SENAMHI reportados por las estaciones meteorológicas entre los años 1964 y 2012, e información satelital de altitud (Jarvis y otros 2008).

Como es conocido, los datos disponibles de las estaciones meteorológicas varían en el tipo de variables climáticas recogidas —temperatura, precipitación, dirección de los vientos, entre otras—, la calidad de los reportes y el número de años durante los cuales las estaciones han estado operativas. En este estudio, se trabajó únicamente con las estaciones que reportaron más del 50% de datos diarios para los dos periodos analizados: octubre de 1964 a noviembre de 1994 y octubre de 1982 a noviembre del 2012. Si bien esto implicó una disminución del número de estaciones disponibles para estimar cada periodo (1964-1994 y 1982-2012), permitió reducir sustancialmente el riesgo de introducir en el indicador de cambio climático sesgos asociados a la inclusión de estaciones que se encontraban operativas en solo uno de los dos periodos (por ejemplo, estaciones instaladas después de 1994).<sup>7</sup> En el anexo 1 se presentan los detalles metodológicos de la estimación y los ejercicios de validación asociados, incluida la comparación con los resultados del EIECCP.

Respecto a la construcción de promedios distritales de temperatura y precipitación, cabe señalar que la interpolación de cada variable —temperatura y precipitación— para un mes específico se hizo para cada cuadrícula de un kilómetro cuadrado. Sobre la base de estas interpolaciones, se obtuvieron dos estimaciones de cada variable —temperatura y precipitación— para cada una de las cuadrículas, una estimación promedio del periodo 1964-1994 y una estimación promedio del periodo 1982-2012. Estas estimaciones permitieron construir el indicador de cambio climático —de las variables temperatura y precipitación— restando el promedio del mes/variable del periodo 1964-1994 del promedio del mismo mes/variable del periodo 1982-2012.

Es importante resaltar que los ejercicios de validación de las estimaciones sugieren que la precisión de los indicadores de cambio —en temperatura

7 Se revisaron los datos de las estaciones para identificar posibles problemas de inconsistencia/*outliers*. Los casos problemáticos fueron imputados por la mediana del mes/periodo de esa estación.



y precipitación— es sustancialmente mayor que la de los indicadores en niveles. Por ello, este estudio se concentra en el análisis de los indicadores de cambio climático (y no en las variables en niveles).

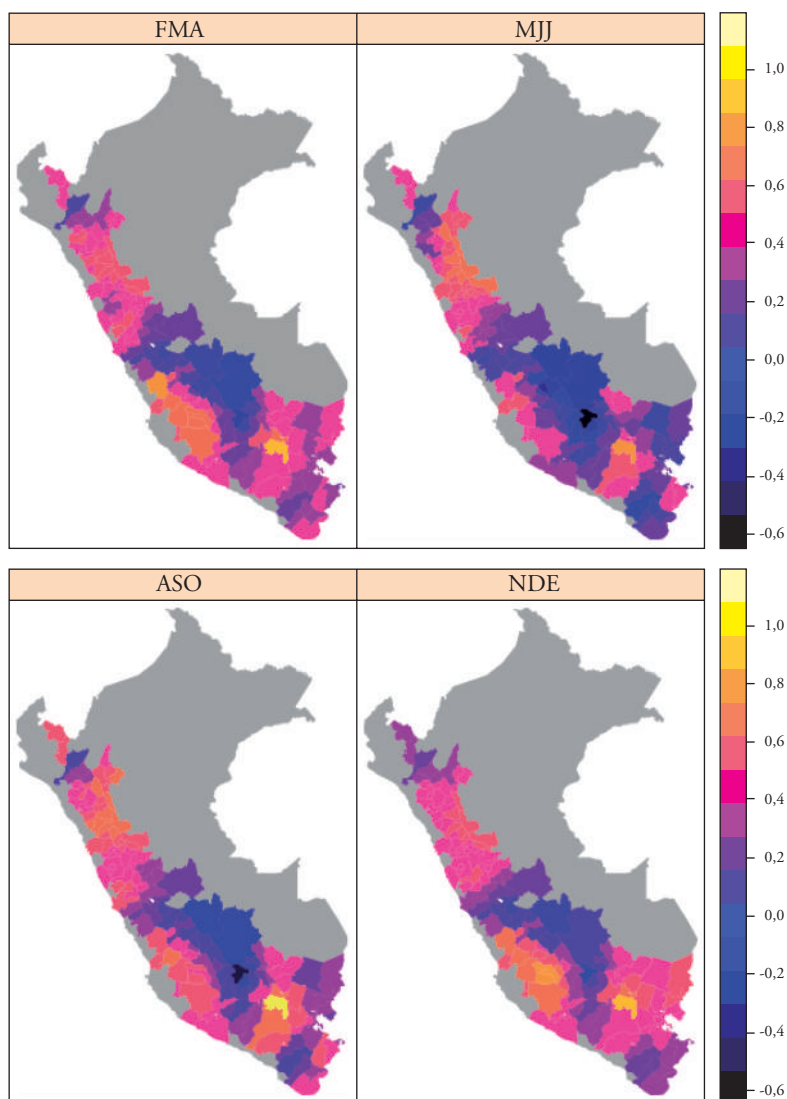
### 2.3. Estimaciones de cambio climático en la sierra

En esta subsección se presentan los resultados de la estimación del cambio climático en la sierra. Nos interesa subrayar que las estimaciones promedio de temperatura y precipitación que utilizamos tanto en esta subsección como en la sección 3 corresponden únicamente a áreas de la sierra que están por debajo de los 4800 metros de altitud, para evitar sobrerrepresentar cambios climáticos de áreas donde no existe agricultura. Si bien estos cambios son importantes para la regulación de los ciclos hídricos y pueden haber tenido consecuencias indirectas para los agricultores de partes más bajas, la modelación de la siguiente sección no incorpora la modelación del error espacial o de las consecuencias que tendría el cambio climático de las partes altas de las cuencas sobre las decisiones de producción de los agricultores de las partes más bajas. Este tipo de modelación excede los límites impuestos por la información disponible, además de que constituye, en sí misma, un ejercicio teórico bastante más complejo que el aquí propuesto.

Los mapas 1, 2 y 3 muestran los patrones de cambio climático a nivel provincial. Es necesario aclarar que si bien en la realidad las provincias resaltadas en color en los mapas pueden contener no solo distritos de sierra sino también de costa o de selva, la información representada en los mapas incluye únicamente a los distritos de sierra de estas provincias. Por ello, el cambio en las condiciones climáticas en una provincia no necesariamente representa lo que ha sucedido en la mayor parte de su territorio, sino únicamente lo que ha pasado en promedio en sus distritos de sierra.<sup>8</sup>

8 Como se mencionó en la introducción, la definición de *región* a nivel de distrito se elaboró sobre la base de la definición de *región natural* de los sectores de empadronamiento agropecuario (SEA) del Censo Agrario del 2012. En este estudio, un distrito es considerado de sierra si más de la mitad de la superficie agrícola se encuentra en un SEA de sierra.

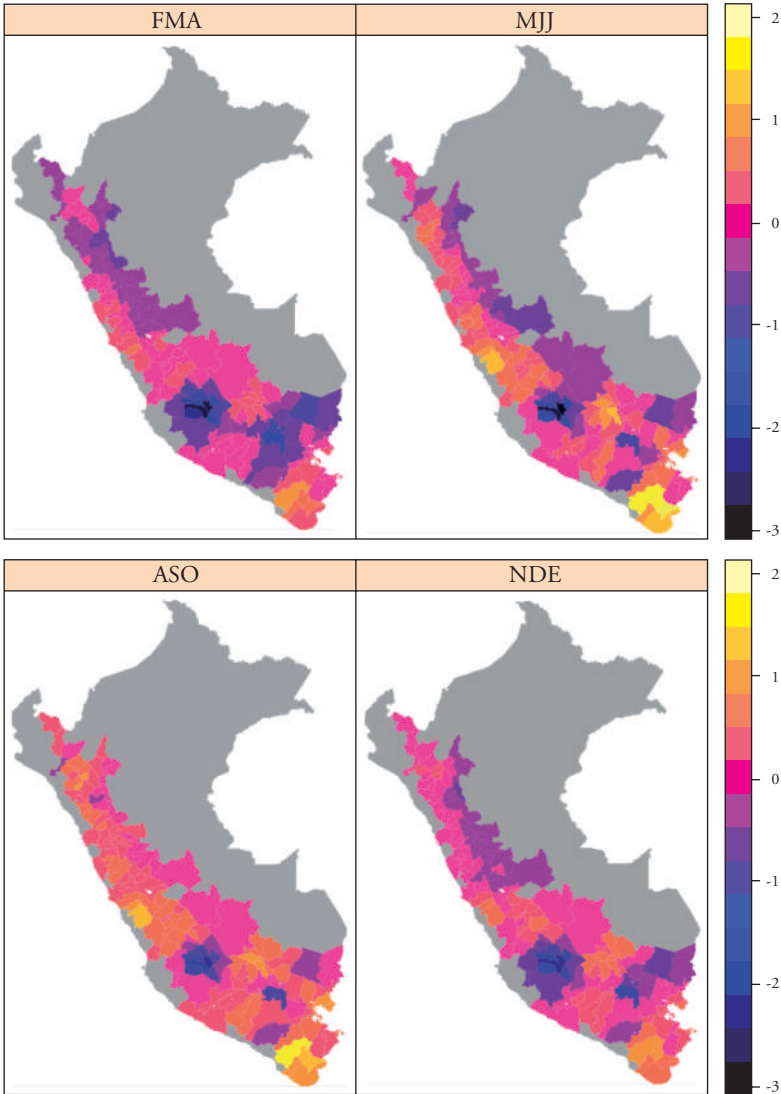
**Mapa 1**  
**Cambio en la temperatura media entre los periodos**  
**1964-1994 y 1982-2012**



**ASO D:** agosto-setiembre-octubre. **NDE D:** noviembre-diciembre-enero. **FMA D:** febrero-marzo-abril. **MJJ D:** mayo-junio-julio. Periodo 1: 1994, periodo 2: 2012.

El valor asignado a cada provincia corresponde al promedio de valores distritales ponderado por el tamaño del distrito respectivo. Este promedio provincial toma en cuenta únicamente los valores de los distritos ubicados en la sierra. Se excluyeron las áreas cuya altitud supera los 4800 metros.

**Mapa 2**  
**Cambio en el rango de temperaturas entre los periodos**  
**1964-1994 y 1982-2012**



**ASO D:** agosto-setiembre-octubre. **NDE D:** noviembre-diciembre-enero. **FMA D:** febrero-marzo-abril. **MJJ D:** mayo-junio-julio. Periodo 1: 1994, periodo 2: 2012

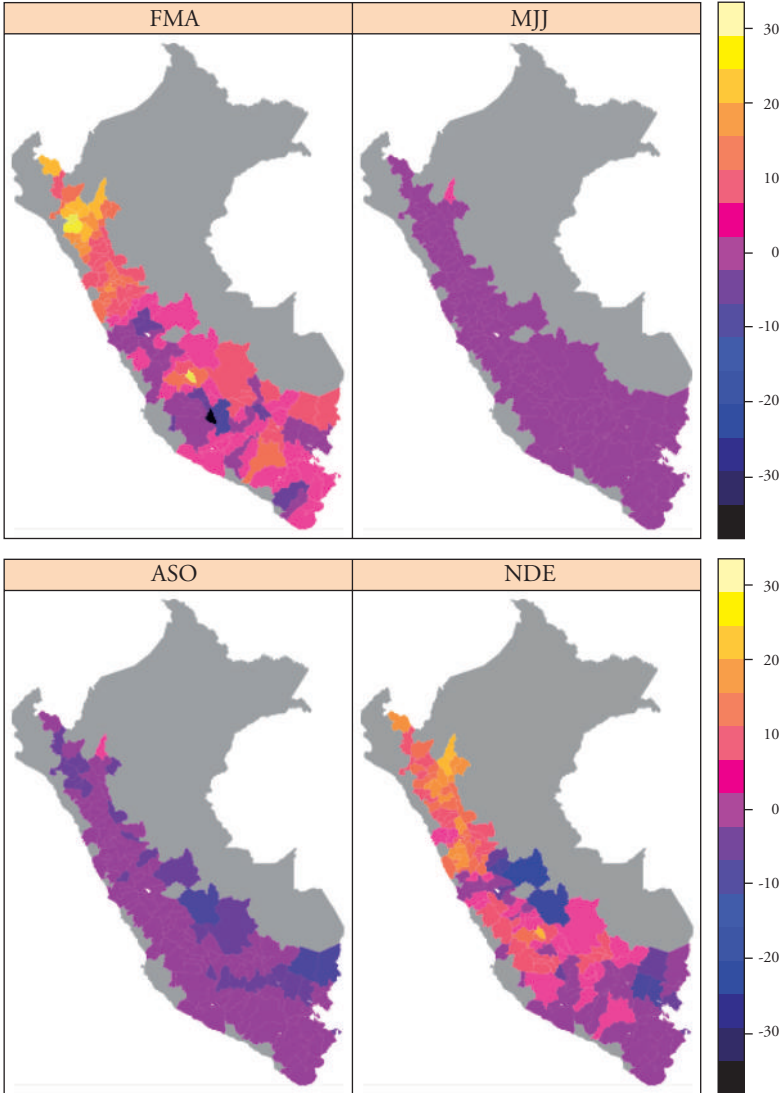
El valor asignado a cada provincia corresponde al promedio de valores distritales ponderado por el tamaño del distrito respectivo. Este promedio provincial toma en cuenta únicamente los valores de los distritos ubicados en la sierra. Se excluyeron las áreas cuya altitud supera los 4800 metros.

Los mapas 1 y 2 muestran resultados consistentes con lo señalado en la subsección 2.1. La temperatura promedio se ha incrementado en la mayoría de los territorios de la sierra —en especial en la sierra norte— en los trimestres de mayo-julio y agosto-octubre.

Aunque no es posible analizar la variabilidad climática a partir de estas estimaciones, el mapa 2 muestra el cambio en el rango promedio de temperaturas. Este se construye a partir de la diferencia, para una provincia específica, entre la temperatura máxima promedio y la temperatura mínima promedio del mismo periodo. Destaca en este mapa el incremento en el rango de temperaturas en los trimestres de mayo a julio y de agosto a octubre en la mayor parte del territorio de sierra.

Finalmente, el mapa 3 muestra el patrón de cambio heterogéneo sugerido en el gráfico 2. En el mapa, las estimaciones sugieren que se ha producido un incremento en la precipitación promedio durante la temporada de lluvias en la sierra norte, especialmente en el primer trimestre del año. En la sierra sur, en cambio, no se observan cambios en el trimestre noviembre-enero. En el primer trimestre, tanto la sierra sur como la sierra centro muestran resultados mixtos. Cabe destacar que la precipitación se ha reducido durante el inicio de la campaña agrícola (agosto-octubre) en algunas zonas de la sierra norte y de la sierra sur.

**Mapa 3**  
**Cambio en la precipitación promedio\* entre los periodos**  
**1964-1994 y 1982-2012**



**ASO D:** agosto-setiembre-octubre. **NDE D:** noviembre-diciembre-enero. **FMA D:** febrero-marzo-abril. **MJJ D:** mayo-junio-julio. Periodo 1: 1994, periodo 2: 2012.

\* Promedio trimestral de la precipitación mensual acumulada (mm). El valor asignado a cada provincia corresponde al promedio de valores distritales ponderado por el tamaño del distrito respectivo. Este promedio provincial toma en cuenta únicamente los valores de los distritos ubicados en la sierra. Se excluyeron las áreas cuya altitud supera los 4800 metros.



### **3. EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS ESTRATEGIAS PRODUCTIVAS DE LOS AGRICULTORES DE LA SIERRA: USO DE RIEGO Y GRADO DE DIVERSIFICACIÓN DE CULTIVOS**

Como se mencionó en la sección 1, la literatura documenta nuevos riesgos, retos y oportunidades que enfrentan los agricultores a raíz del cambio climático; en el caso peruano, mayor temperatura promedio, cambios en la precipitación e impredecibilidad (de heladas). Las medidas de adaptación incluyen el abandono total de la agricultura —dedicación exclusiva a la ganadería, migración a centros poblados más grandes para dedicarse al sector servicios u otro menos riesgosos—, la reducción de la dedicación a la agricultura —incremento de la dedicación a la ganadería, migración temporal hacia lugares que ofrezcan trabajo asalariado— y la modificación de las estrategias de producción agrícola para enfrentar mejor los nuevos riesgos —implementación de cultivos resistentes a las nuevas condiciones y aprovechamiento de las potenciales oportunidades que se puedan presentar—. Esta investigación alude a esta última en la medida en que se concentra en analizar algunos de los cambios ocurridos en las estrategias de diversificación de cultivos y en el uso de riego.

#### **3.1. Cambios en las estrategias productivas y características de los agricultores de la sierra entre los años 1964 y 2012**

Los cambios en las condiciones climáticas de la sierra rural, documentados en la sección anterior, han ido de la mano con un conjunto de transformaciones en las estrategias de vida de los productores agropecuarios. Como señala el informe oficial del INEI sobre los resultados del Censo Agropecuario del 2012, los hogares de la sierra rural han experimentado cambios respecto a

su situación en 1994, tanto en su composición demográfica como en sus estrategias de producción —tecnología productiva, cambio en la cédula de cultivos, entre otros— y conexión a mercados (Instituto Nacional de Estadística e Informática 2013).

En términos demográficos y educativos, en la sierra rural<sup>9</sup> se observa un incremento en la proporción de unidades agropecuarias conducidas por mujeres (de 23% a 35%), quienes son, en promedio, más jóvenes que sus pares varones; un incremento en la edad promedio de los productores agropecuarios (de 47 a 50 años); y una reducción en el número de miembros del hogar (de 4,8 a 3,3 miembros por hogar en promedio), asociada a una menor fecundidad y a la migración de los más jóvenes.

En términos de tecnología de producción, en la medida en que un tercio de los productores agropecuarios de la sierra señalan como principal factor limitante para el desarrollo de cultivos la falta de agua, destaca el tema de uso de riego. Según información de los censos de 1994 y el 2012, se observa un ligero incremento, de 31% a 38%, en la proporción de la superficie agrícola cultivada que dispone de riego —en alguna de sus modalidades: por gravedad, aspersión, goteo o exudación—. Sin embargo, cuando se observa el cambio en la proporción de productores agropecuarios que utilizan alguna modalidad de riego —por gravedad, aspersión, goteo o exudación—, se constata la reducción del 46% al 39% entre 1994 y el 2012. Esta diferencia entre una ligera tendencia creciente en la *superficie* agrícola bajo riego y una tendencia decreciente en el porcentaje de *productores o unidades agrícolas* que acceden a algún tipo de riego sugiere que el incremento en el uso de riego está determinado sobre todo por unidades agrícolas más extensas.

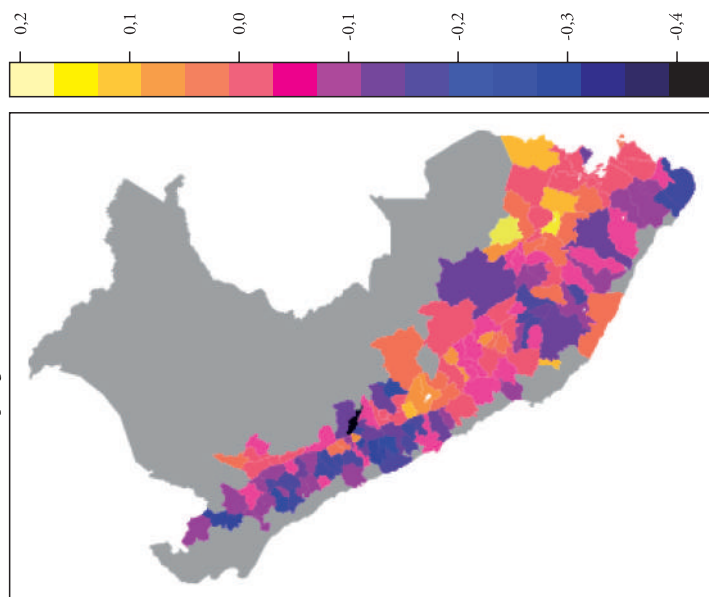
En términos geográficos, en el mapa 4-a se muestra cierta heterogeneidad en los patrones de cambio de uso de riego en la sierra. En particular, el mapa muestra que la reducción en el uso de riego está relativamente concentrada en

9 Como se señaló anteriormente, en este estudio se considera que un distrito es de sierra si más de la mitad de su superficie agrícola se encuentra en sectores de empadronamiento agrícola (SEA) de sierra, según el Censo Agropecuario del 2012. La definición de zonas de sierra a nivel distrital ha permitido emparejar la información de los censos agropecuarios de 1994 y el 2012 a niveles geográficos desagregados.

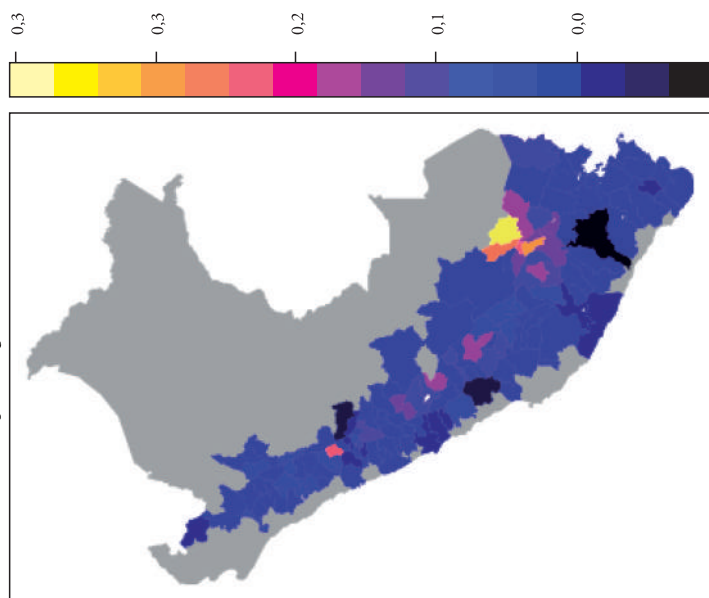


**Mapa 4****Mapa 4-a**

Cambio en la proporción de agricultores que usan riego  
(por gravedad o tecnificado)

**Mapa 4-b**

Cambio en la proporción de agricultores que usan riego tecnificado  
(aspersión, goteo o exudación)



El valor asignado a cada provincia corresponde al promedio de valores distritales ponderado por el tamaño del distrito respectivo. Este promedio provincial toma en cuenta únicamente los valores de los distritos ubicados en la sierra. Se excluyeron las áreas cuya altitud supera los 4800 metros.

la sierra norte, área en la que se observan los mayores incrementos promedio en precipitación mensual en temporada de lluvias (mapa 3), mientras que los sectores en los que el riego ha aumentado parecen estar más concentrados en la sierra sur.

Cabe señalar que la ligera reducción en el uso de riego en la sierra tiene detrás tendencias distintas, dependiendo del tipo de riego utilizado. Mientras que la proporción de productores que usan riego por gravedad como único método se ha reducido del 46% al 35%, el uso de riego tecnificado —por aspersión, por goteo o por exudación— se ha incrementado del 1% al 5% de los productores agropecuarios. Como se muestra en el mapa 4-b, si bien el uso de riego tecnificado es todavía poco extendido en la sierra —a diferencia de la costa, donde según el INEI (2012) el 85% del riego es tecnificado, fundamentalmente por goteo—, el incremento es sustantivo y está concentrado en algunos sectores de la sierra sur y, en menor medida, de la sierra central.

Como es ampliamente conocido, los productores de la sierra del Perú han utilizado históricamente estrategias de diversificación de cultivos tanto para enfrentar los riesgos asociados a eventos climáticos extremos como para optimizar el uso de parcelas ubicadas en espacios de distinta altitud y pendiente, buscando potenciar el rendimiento de cultivos asociados y mantener la fertilidad de los suelos.<sup>10</sup> Recientemente, con el mayor acceso a los mercados, no solo la cartera de cultivos sino su grado de diversificación han ido adaptándose para aprovechar las nuevas oportunidades generadas por este mayor acceso o para enfrentar en mejores condiciones la nueva competencia. En la práctica, sin embargo, no existe un umbral promedio ideal de diversificación, y se han planteado argumentos tanto a favor como en contra de que esta se intensifique, por sus efectos sobre el bienestar del hogar agropecuario. Cabe señalar que no es materia de este estudio discutir sobre cuán deseable es una mayor diversificación o una mayor concentración

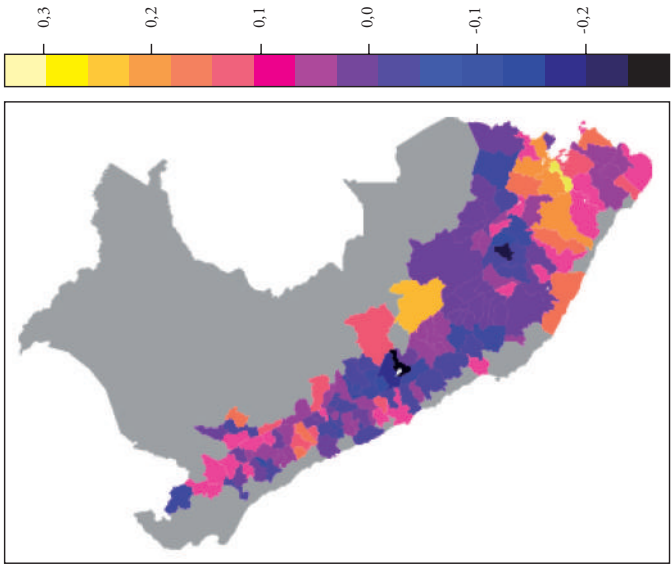
---

10 En la medida en que sus parcelas suelen estar ubicadas en zonas altitudinales ligeramente distintas, la necesidad impuesta por las condiciones bioclimáticas de cada una exige estrategias de diversificación que agricultores de zonas menos diversas no requieren.

Mapa 5

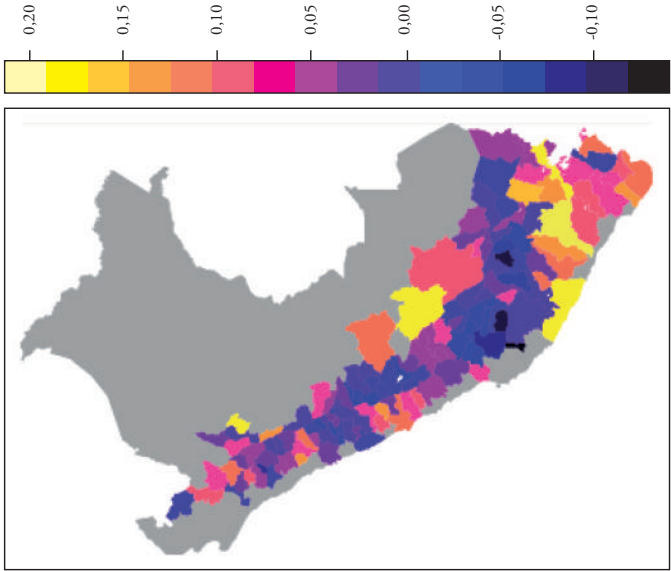
Mapa 5-a

Cambios en el grado de concentración de los cultivos  
(1: máxima concentración)



Mapa 5-b

Cambios en el grado de concentración de los cultivos agrupados  
por tipo de alineamiento (1: máxima concentración)



El indicador del grado de concentración de cultivos es el índice de Herfindahl (de cultivos individuales o de grupos de cultivos) a nivel de la unidad agropecuaria. El valor asignado a cada provincia corresponde al promedio de valores distritales ponderado por el tamaño del distrito respectivo. Este promedio provincial toma en cuenta únicamente los valores de los distritos ubicados en la sierra. Se excluyeron las áreas cuya altitud supera los 4800 metros.

de cultivos, sino más bien documentar el efecto agregado que el cambio climático ha tenido en la mayor concentración de cultivos que se constata a partir de la comparación de los censos de 1994 y del 2012.

Como se muestra en el mapa 5-a, la sierra sur y, en menor medida, la sierra norte muestran una tendencia más acentuada hacia la concentración de cultivos. En particular, destacan las provincias de Caylloma (Arequipa), y San Román, Lampa, Azángaro y Huancané (Puno). En la sierra central, por su parte, se observa un escenario heterogéneo, pero sin sectores en los que se haya incrementado sustancialmente la concentración de cultivos.

En el análisis que sigue, se explora el efecto que han tenido los cambios en las condiciones climáticas de la sierra tanto sobre el uso del riego como sobre el grado de diversificación de los cultivos. Se toman en consideración los cambios descritos sobre la demografía y la educación del hogar agropecuario, así como los ocurridos en el entorno, que podrían haber afectado sustancialmente las decisiones productivas de los agricultores de la sierra. Estos cambios incluyen la mejora de los caminos rurales y el acceso a los mercados, la mejora en el acceso a las telecomunicaciones —canales de información—, el tipo de programas de apoyo productivo implementados en la sierra por los sectores público y privado —ONG, empresas mineras—, entre otros.

### **3.2. Estimación del efecto del cambio climático en las decisiones productivas de uso de riego y el grado de diversificación agrícola<sup>11</sup>**

Estimar el efecto del cambio climático sobre las decisiones productivas de los agricultores requiere, en principio, que se observe al productor en, por lo menos, dos momentos. Sin embargo, los censos agrarios no disponen

---

11 El análisis que se describe en esta sección se concentra en las decisiones del productor agrícola, por lo que la unidad básica es la unidad agropecuaria. Por ello, se utiliza como ponderador el número de productores agrícolas del distrito, y no la superficie agrícola de este. Esto permite evitar posibles sesgos por sobrerepresentación de distritos con pocos productores en la identificación de los parámetros atribuidos a la sierra en general.

de información en este nivel de desagregación. Por ello, la estrategia de estimación delineada a continuación se basa en observaciones promedio a nivel distrital.<sup>12</sup> Así, se busca estimar el efecto del cambio climático —representado por indicadores de temperatura y precipitación— sobre la proporción distrital de unidades agropecuarias que cuentan con riego en por lo menos una de sus parcelas, y el efecto del cambio climático sobre el grado de diversificación de los cultivos observado en promedio en el distrito. Para evitar confusiones en la interpretación de los resultados —debido a que el indicador de diversificación es el índice de Herfindahl, que alcanza su valor máximo en 1 cuando la concentración de cultivos es completa—, en adelante nos referiremos al «grado de concentración» de los cultivos.

### Las decisiones productivas de los agricultores

Las decisiones productivas de los agricultores de la sierra dependen de un conjunto de factores —condiciones contemporáneas, o experiencias y condiciones anteriores—, algunos de los cuales están bajo su control y otros no. Con el fin de obtener estimadores consistentes (insesgados) del efecto del cambio climático en las decisiones productivas de los agricultores, es necesario aislar este efecto del que tienen otros factores que también influyen en estas decisiones. Para ello, requerimos modelar las decisiones haciendo explícitos los vínculos entre los factores asociados, y entre estos y las decisiones del productor.

Antes de establecer supuestos, por razones de practicidad y viabilidad —dadas las limitaciones de información—, podemos pensar en un agricultor  $i$  que toma una decisión productiva  $Y$  en el periodo  $t$  —decisión asociada a la tecnología de riego o al grado de concentración en la cartera cultivos de la

---

12 El emparejamiento de distritos en periodos enfrentó un conjunto de retos debido a la creación de nuevos distritos y provincias entre 1994 y el 2012, así como a la consecuente pérdida de territorio de algunos distritos de los que proceden los recientemente creados. Por ello, el emparejamiento de distritos requirió la agregación a nivel de distritos de procedencia. Lo mismo se hizo para el emparejamiento de provincias, en el caso de los indicadores provinciales utilizados en la estimación.

campaña agrícola de ese periodo—, e identificar el conjunto de factores que pueden influir en la toma de la decisión tecnológica o de cartera de cultivos:

$$Y_{it} = f(X_{b,it-s}, X_{a,it-s}, X_{d,it-s}, X_{e,it-s}, X_{k,it-s}, X_{hit-s}), s \leq t \quad (1)$$

Entre los factores que pueden influir en la decisión del productor respecto al uso de tecnologías de riego y al grado de concentración de sus cultivos, se encuentran las condiciones biofísicas  $X_{b,it}$  que enfrenta, que pueden o no cambiar a lo largo del tiempo. Estas condiciones afectan la rentabilidad esperada de la inversión en tecnología de riego —o de la implementación de una estrategia de mayor concentración de tipos de cultivos, según sea el caso—, e incluyen factores como la temperatura, la humedad, la precipitación, el viento, la radiación solar, y también la cercanía de fuentes de agua y su caudal, entre otros.<sup>13</sup> En particular, nuestra hipótesis es que en lugares donde la precipitación del trimestre en el que se inicia la campaña grande se ha incrementado más respecto del promedio de la zona, la reducción en el uso de riego será relativamente mayor, dado que las restricciones de agua son menores. Esperamos lo opuesto en el caso de incrementos de la temperatura, dado que la cantidad de agua disponible para las plantas se reduce por efecto de la transpiración y evaporación.

Respecto al grado de concentración de los cultivos, no tenemos hipótesis tan claras, dado que los cambios en la temperatura pueden hacer viables en la zona cultivos que antes no lo eran. Por un lado, estos nuevos cultivos podrían añadirse a algún otro cultivo tradicional o reemplazarlo, con lo cual el grado de diversificación se mantendría o incrementaría. Por otro lado, sin embargo,

13 En la estimación enfrentamos un conjunto de retos para identificar el efecto de las variables climáticas, punto de interés en este estudio; como se verá más adelante, tomaremos un conjunto de decisiones sobre la forma funcional que es viable utilizar, o el indicador que representará a cada uno de estos factores. Por ejemplo, varias de las condiciones biofísicas mencionadas correlacionan fuertemente, por lo que la estimación puede incluir solo algunas en representación de las demás, para evitar problemas de colinealidad. Asimismo, la forma funcional que asumamos establece implícitamente supuestos sobre los canales causales que podrían estar detrás del parámetro que se quiere estimar. No obstante, si bien podemos argumentar a favor de algunos canales sobre otros, dada la información disponible, la derivación y estimación de un modelo estructural excede largamente los alcances de este estudio, por lo que nos limitamos a hacer uso de formas reducidas.

el incremento de temperatura también podría hacer viable el cultivo de productos más rentables en el mercado e inducir a una mayor concentración.

Un factor asociado al cambio climático que parece ser central en la decisión de uso de riego, y del tipo de cultivos implementados en la sierra, es la variabilidad e impredecibilidad climática. Algunos estudios señalan que la incertidumbre climática tiende a reducir los incentivos de desarrollar actividades agrícolas, privilegiando la incursión en otros sectores económicos, como la ganadería o el sector servicios (Escobal y Ponce 2010). Lamentablemente, para efectos de este estudio no disponemos de información representativa sobre variabilidad climática para la sierra.

Adicionalmente, la decisión del productor depende de su conocimiento en materia de producción agrícola —sobre cómo producir, pero también sobre cómo enfrentar el riesgo y la incertidumbre—, conocimiento que, a su vez, depende tanto de su experiencia como de su capacidad para obtener y usar eficientemente información sobre tecnologías, mercados, etcétera. Es importante señalar que la experiencia del agricultor está en función de las condiciones climáticas o de los precios relativos que enfrentó en el pasado.

La disponibilidad de otros activos también influye en las decisiones tecnológicas y de concentración de cultivos del agricultor. Estos activos incluyen las herramientas y el equipamiento para la producción con los que cuenta, o a los que accede vía arreglos con la comunidad, la municipalidad, familiares o amigos. La mano de obra familiar disponible es un activo adicional importante en los hogares rurales de la sierra. Estos activos privados están representados por  $X_{k,it}$  (equipamiento, herramientas, capital social),  $X_{d,it}$  (factores demográficos del hogar) y  $X_{e,it}$  (conocimiento y experiencia).

Es importante notar que el capital social del productor agrícola —que forma parte de  $X_{k,it}$ , representado, por ejemplo, por su participación en una comunidad o grupo de productores— puede constituir un recurso importante a la hora de implementar tecnologías de riego o modificar carteras de cultivo, porque permite reducir riesgos, capitalizar aprendizajes colectivos, mejorar las condiciones de acceso a mercados —por ejemplo facilitando compras (o ventas) conjuntas de insumos (productos)—, entre

otros beneficios. En este sentido, la innovación por parte de agricultores cercanos puede generar incentivos a innovar, e inducir al productor  $i$  a modificar su estrategia productiva. Esta influencia, sin embargo, puede ir en sentido opuesto, determinando que la participación en comunidades o grupos de productores imponga trabas a la innovación o el cambio en estrategias de cultivo.<sup>14</sup>

Adicionalmente, las decisiones productivas —especialmente en una actividad tan vulnerable a eventos climáticos extremos como la agricultura— varían entre individuos en función de características no observables o medibles, como la aversión al riesgo o a la incertidumbre por parte del productor, o su propensión a innovar o a hacer buenos negocios («empresarialidad»)<sup>15</sup> ( $X_{h,it}$ ). La vinculación entre estas características y otros factores que influyen en las decisiones del productor —como  $X_{e,it}$  o  $X_{k,it}$ — sugieren la necesidad de utilizar formas funcionales que permitan obtener estimadores consistentes, a pesar de existir una correlación entre factores no observables y factores observables que influyen en las decisiones del productor. La estrategia de estimación propuesta más adelante atiende a esta necesidad.

Finalmente, la adopción de tecnologías y estrategias de diversificación o concentración de cultivos en la sierra puede estar fuertemente influenciada por la presencia de actores externos,  $X_{a,it}$ , como programas de desarrollo rural o asistencia a poblaciones vulnerables debido a la alta concentración de productores agrícolas en situación de pobreza en esta región. Entre los años 1994 y 2012, se han implementado en la sierra diversos proyectos que, como parte de sus intervenciones, han difundido el riego tecnificado, además de incidir en las estrategias productivas de los agricultores induciendo a una mayor o menor concentración de su cartera de cultivos —en algunos casos, han buscado mejorar las condiciones de seguridad alimentaria de los hogares rurales—. Algunos de estos proyectos son Aliados, Sierra Sur y proyectos

14 En Escobal, Ponce y Hernández Asensio (2012) se analiza un estudio de caso que muestra complejidades de este tipo.

15 La diferencia entre *riesgo* e *incertidumbre* radica en el conocimiento o desconocimiento de la distribución de probabilidad de que ocurran eventos adversos: pérdida de la cosecha, plagas, eventos climáticos extremos —sequía, helada—, entre otros.



públicos específicos para implementar infraestructura de riego, así como, más recientemente, Mi Chacra Productiva y Mi Chacra Emprendedora, entre otros. Asimismo, durante el periodo intercensal se ha desplegado un conjunto de intervenciones privadas, como por ejemplo Sierra Productiva, entre otras. Cabe señalar que la influencia sobre las decisiones de un agricultor por parte de proyectos impulsados por actores externos puede estar mediada por la participación de sus pares o por la decisión de la comunidad; por ejemplo, si otros miembros de la comunidad están implementando riego tecnificado o un cambio en su cartera de cultivos, es más probable que el agricultor se anime a hacerlo también.

### Estrategia de estimación

Con el fin de estimar la influencia de las condiciones climáticas en los agricultores de la sierra durante el periodo analizado (1994-2012), utilizamos una aproximación lineal en forma reducida de la ecuación (1). En esta especificación,  $Y_{it}$  representa la decisión productiva —uso de riego o grado de concentración de la producción agrícola— que toma el productor agrícola  $i$  en el periodo  $t$  (1994, 2012). Como se mencionó anteriormente, para efectos de la estimación es necesario imponer un conjunto de supuestos, debido a las limitaciones de la información disponible. En primer lugar, asumimos una forma funcional lineal, que permite una correspondencia más directa entre los parámetros que obtendríamos si contáramos con información individual en vez de distrital, manteniendo las propiedades estadísticas de los estimadores.

$$\begin{aligned}
 Y_{it} = & \alpha + \bar{x}_i \beta_1 + (x_{it} - \bar{x}_i) \beta_2 + z_i \beta_4 + \\
 & (\bar{x}_i \cdot z_i) \beta_5 + ((x_{it} - \bar{x}_i) \cdot z_i) \beta_6 + w_{it} \beta_3 + \mu_{it} \\
 \mu_{it} = & v_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}, \varepsilon_{it} \sim i. i. d.; t = 1994, 2012
 \end{aligned} \tag{2}$$

Las variables  $x_{it}$  y  $w_{it}$  representan un conjunto de factores observables que influyen en la decisión de los productores del distrito  $i$ , que varían en el tiempo. En particular,  $x_{it}$  representa el nivel promedio de temperatura

promedio y precipitación mensual estimado para el periodo de los 30 años previos al momento del censo. Por su parte,  $(x_{it} - \bar{x}_i)$  representa la desviación de la temperatura del periodo  $t$  en relación con la temperatura promedio que experimentó el distrito  $i$  durante los últimos 50 años (entre 1964 y el 2012). Este indicador es cercano al concepto de anomalía de temperatura y precipitación, referido en la sección 2. Así, el vector de parámetros de interés,  $\beta_2$ , incluye, por ejemplo, un estimador del efecto que tendría un incremento en la anomalía en temperatura sobre el grado de concentración de la cartera de cultivos en la sierra, o el efecto que tendría un incremento en la anomalía en precipitación sobre la decisión de uso de riego. Como se señaló en la sección 2, el indicador de anomalía resume mejor que el de nivel el cambio en las condiciones climáticas para regiones heterogéneas en términos de temperatura promedio o precipitación promedio. A esta ventaja conceptual se le añade una empírica: nuestras estimaciones de cambio son más robustas que las de nivel de temperatura o precipitación.

Con el fin de capturar —al menos parcialmente— posibles heterogeneidades en el efecto del cambio climático, estimamos  $\beta_6$ , que captura el potencial efecto adicional que tendría el cambio climático en la sierra sur (en términos relativos al efecto promedio en la sierra en general).

La estrategia de estimación de  $\beta_2$  y  $\beta_6$  aprovecha la naturaleza panel de los datos distritales para relajar el supuesto de correlación nula entre variables no observables invariantes en el tiempo,  $v_i$ , y las variables  $x_{it}$  y  $w_{it}$ , y obtener de esta manera parámetros insesgados a pesar de haber relajado el supuesto sobre  $v_i$ . Adicionalmente, incorporamos una variable dicotómica de periodo,  $\lambda_t$ , con el fin de capturar eventos comunes a toda la sierra rural ocurridos en un periodo específico y no en otro; por ejemplo, el cambio en precios relativos que podría haber afectado la rentabilidad de la actividad agrícola o haber modificado los incentivos para producir un tipo de cultivo en vez de otro.<sup>16</sup> El error resultante —luego de separar los no observables invariantes en el tiempo, pero variables entre distritos,  $v_i$ , y los no observables

16 Un ejemplo de estos cambios es el incremento en el precio relativo de la leche en relación con el de la papa, y la asociada mayor rentabilidad de la producción de pastos cultivados para ganado mejorado a partir del uso de riego.

**Tabla 1**  
**Estimación de efectos fijos de doble vía del efecto del cambio climático**  
**sobre las decisiones de producción de los agricultores de la sierra**  
**(riego y concentración de cultivos)**

	Porcentaje de unidades agro- pecuarias con riego <sup>a</sup>	Herfindahl de cultivos ([0,1], 1: máxima concentración)
Anomalía de la precipitación mensual promedio del trimestre noviembre- diciembre-enero en el distrito (i)	-0,003 (2,75)***	-0,002 (3,95)***
Anomalía de la precipitación mensual promedio del trimestre mayo-junio-julio en el distrito	0,002 (0,16)	0,011 (0,94)
Anomalía de la temperatura promedio del trimestre agosto-setiembre-octubre en el distrito	0,053 (2,31)**	0,052 (2,24)**
(i)*indicador 1 si el distrito se ubica en la sierra sur (0 si es un distrito del centro o del norte)	0,002 (1,40)	-0,004 (2,22)**
Porcentaje de conductores de las unidades agrícolas (UA) del distrito que son varones	-0,010 (0,14)	-0,263 (3,73)***
Edad promedio del (la) conductor(a) de la UA en el distrito	0,005 (1,84)*	0,002 (1,28)
Porcentaje de conductores de la UA con primaria completa o menos en el distrito	-0,096 (1,02)	-0,233 (3,51)***
Número de miembros promedio en los hogares agrícolas del distrito	0,035 (3,58)***	-0,016 (1,68)*
Gini de la superficie de hectáreas equivalentes en la provincia	-0,093 (1,81)*	-0,119 (2,03)**
Porcentaje de hogares con acceso a electricidad en la provincia	0,015 (0,41)	0,050 (1,42)
Porcentaje de hogares con acceso a agua potable en la provincia	-0,082 (2,71)***	-0,003 (0,10)
Año = 1994	0,010 (0,33)	0,056 (2,10)**
Constante	0,221 (2,14)**	1,002 (9,93)***
$R^2$ 0,27	0,20	
$N$ 2,366	2,350	
<i>Prueba de especificación de Hausman</i>		
$Chi^2(12)$	250,45	108,36
$Prob > chi^2$	0,000	0,000

\*  $p < 0,1$ , \*\*  $p < 0,05$ , \*\*\*  $p < 0,01$

<sup>a</sup> Por lo menos una parcela de la unidad agropecuaria cuenta con riego de algún tipo: por gravedad, aspersión, goteo o exudación.

invariantes entre distritos, pero variables en el tiempo,  $Y_t$ ,  $\varepsilon_{it}$ , se asume, como es usual, *i. i. d.*

Como se observa en los estimados de la tabla 1, consistentemente con nuestra hipótesis encontramos que un incremento en la anomalía de la precipitación mensual —mientras se mantienen constantes todos los demás factores— reduciría la proporción de productores agropecuarios que utilizan riego de algún tipo —por gravedad, aspersión, goteo o exudación—. En la medida en que un incremento en la precipitación en época de lluvias —en la que el agua es más necesaria para la viabilidad de los cultivos— reduce la necesidad de usar tecnologías de riego, y dado que el uso de riego implica costos para el productor —tiempo para participar en comités de regantes, limpieza de canales, reposición de equipos en el caso de riego tecnificado, entre otros—, es razonable esperar que el riego se reduzca en las unidades agrícolas beneficiadas. Es importante notar, sin embargo, que los beneficios —no solo los costos— de usar determinados tipos de riego pueden ser distintos. Por ejemplo, el riego tecnificado —por aspersión, goteo o exudación— puede permitir distribuir el agua más eficientemente, y sobre todo en la cantidad que el cultivo necesita, con lo cual se puede obtener mayor rentabilidad de la inversión en la tecnología de riego. Aunque se intentó estimar el modelo para riego tecnificado, las pruebas de especificación no resultaron favorables.

Asimismo, los resultados sugieren que, para rangos de precipitación similares, incrementos en la temperatura por encima del valor esperado conducirían a un mayor uso de riego. Este hallazgo es consistente con el canal causal de demanda, en el cual mayores temperaturas elevan la evapotranspiración de la planta y, con ello, la demanda por agua de riego.

En cuanto al grado de concentración de los cultivos, se encuentra un efecto negativo en la precipitación mensual en la temporada de lluvias. Este efecto es consistente con la hipótesis según la cual, si se mantiene constante la temperatura, los incrementos en la precipitación permitirían incorporar a la cartera de cultivos especies que se vuelven viables ante las nuevas condiciones climáticas —un canal «biológico»—. Según los estimados, este efecto tiende a ser más intenso en la sierra sur en comparación con la sierra centro y norte.

Con relación al efecto de los incrementos de la temperatura por encima del promedio del distrito (anomalía) se estiman efectos positivos (en signo) sobre la concentración de cultivos. Este resultado es consistente con la hipótesis de que, en la sierra, un incremento de la temperatura —respecto del promedio del distrito— podría hacer viable el cultivo de productos rentables que antes no crecían en la zona. Así, productores con alto grado de diversificación y baja articulación al mercado podrían cambiar su cartera de cultivos concentrándola en productos más rentables que, luego del incremento de temperaturas, se han hecho viables en la zona. Es decir, el canal de mercado lideraría este efecto.

Cabe indicar que los resultados señalados no permiten evaluar efectos netos del cambio climático. Como se observa en ambos casos, el efecto de las anomalías de precipitación tiene un sentido contrario al de las anomalías de temperatura. Es necesario un mayor estudio sobre el tema, en especial para explorar la heterogeneidad de los productores y detectar posibles diferencias en los mecanismos causales que operan en cada tipo de productor.

Asimismo, cabe resaltar que la estimación por efectos fijos de los parámetros presentados en la tabla 1 se elaboró utilizando como ponderador el número de productores agrícolas en el distrito, con el fin de representar adecuadamente a cada distrito en la estimación agregada de los parámetros de la sierra. Esto permitió evitar sesgos asociados, por ejemplo, a la sobrerrepresentación de distritos con baja densidad de productores agrícolas. Las estimaciones incorporaron ajustes en los errores estándar, para asegurar su robustez frente a problemas de heterocedasticidad y correlación serial intrapanel.

Es importante señalar, por último, que se corroboró la necesidad de estimar los parámetros  $\beta_2$  y  $\beta_6$  con un modelo de efectos fijos, para lo cual se utilizó la prueba de especificación de Hausman. Esta prueba permite evaluar si los estimadores por efectos fijos son estadísticamente similares a los estimadores por efectos aleatorios, algo que ocurre si  $v_i$  no está correlacionada con los vectores  $x_{it}$  y  $w_{it}$ . En todos los casos se rechazó la hipótesis de igualdad de parámetros.



## 4. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

El objetivo de este estudio ha sido dar cuenta de los cambios en las condiciones climáticas que ha experimentado la sierra entre los periodos 1964-1994 y 1982-2012, así como identificar los efectos que este cambio climático ha tenido en algunas de las estrategias productivas de las unidades agropecuarias que operan en esa región. Estos dos periodos corresponden a rangos de 30 años previos a la implementación de cada Censo Nacional Agropecuario utilizado, el de 1994 y el del 2012, y son definidos con el fin de establecer patrones promedio de clima.

A partir de la información meteorológica de hasta 285 estaciones, se muestra que la sierra ha experimentado un incremento de temperaturas máximas —especialmente durante los meses de siembra de la campaña grande—, así como una tendencia a la baja de la precipitación en agosto-octubre y al alza en febrero-abril, aunque con marcada oscilación. Pese a que no es posible analizar explícitamente la variabilidad climática a partir de estas estimaciones, sí se tiene evidencia de un incremento en el rango de temperaturas en la mayor parte del territorio de sierra durante los trimestres de mayo a julio y de agosto a octubre.

¿Qué efectos han tenido estas tendencias sobre el uso de riego o sobre las estrategias de diversificación de cultivos de las unidades agropecuarias? Para responder a esta pregunta, se requiere conectar la información productiva de los censos con la información de cambio en una escala geográfica comparable. Con este propósito, en este trabajo se ha realizado un ejercicio de interpolación de la información meteorológica para construir los indicadores de temperatura y precipitación a una escala de 1 kilómetro cuadrado para toda la sierra. A partir de esos datos, es posible agregar la información

climática a nivel distrital o provincial, y vincularla con la información de los censos agropecuarios. La evaluación de la calidad de la interpolación realizada permite afirmar que la estimación es razonablemente robusta. Los mapas sugieren importantes heterogeneidades intrarregionales que acompañan a los cambios en las tendencias mencionadas, incluyendo un incremento de temperaturas más marcado en la sierra norte, y diferencias en los patrones de precipitación entre la sierra norte, centro y sur.

La evidencia que se presenta en este estudio sugiere que, durante el periodo intercensal 1994-2012, las estrategias productivas de los hogares que conducen las unidades agropecuarias han cambiado tanto en función de las modificaciones del clima de la región como de otros factores asociados a su estructura demográfica y a las condiciones de su entorno, lo que incluye el acceso a bienes y servicios públicos.

Los resultados obtenidos sugieren que una reducción en la precipitación tiende a incrementar el número de agricultores que utilizan riego y reducir el grado de diversificación de los cultivos. Estos efectos, en el segundo caso, son más intensos en la sierra sur comparada con la sierra norte o sierra centro. Asimismo, según las estimaciones, un incremento en la temperatura tiende a incrementar el uso de tecnologías de riego y la concentración de cultivos.

Es importante señalar que este estudio es el primer paso en una agenda de investigación mayor, que permita rastrear con más claridad los canales causales que están detrás de estos resultados. En primer lugar, es necesario profundizar el estudio sobre la adopción de riego tecnificado en la sierra, que si bien es aún reducida en términos porcentuales, muestra una clara tendencia a crecer.

Asimismo, es importante avanzar hacia una clasificación de los cultivos que permita distinguirlos por su grado de resistencia frente a entornos climáticos diferentes, con el fin de analizar los efectos del cambio climático sobre el grado de concentración de las carteras de cultivos desde una perspectiva de estrategias de adaptación.

Finalmente, queda pendiente evaluar cuán heterogéneo es el impacto encontrado, y si es que las condiciones del entorno —mayor acceso a



mercados, mejor infraestructura, existencia de programas públicos— en espacios específicos de la sierra han favorecido o no un mayor uso de tecnologías de riego o de diversificación de cultivos.

Esta investigación complementaria es la que permitiría comprender mejor en qué espacios es más viable que políticas como la ampliación de la infraestructura de riego sean eficaces para enfrentar el cambio climático.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bradshaw, Ben; Holly Dolan y Barry Smit (2004). Farm-level adaptation to climatic variability and change: crop diversification in the Canadian prairies. *Climatic Change*, 67(1), 119-141.
- Buytaert, Wouter; Rolando Celleri, Patrick Willems, Bert De Bièvre y Guido Wyseure (2006). Spatial and temporal rainfall variability in mountainous areas: a case study from the south Ecuadorian Andes. *Journal of Hydrology*, 329(3-4), 413-421. doi:10.1016/j.jhydrol.2006.02.031.
- Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) (2005): *Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro* (Vol. III). Lima: CONAM.
- Chen, Xiao; Phillip B. Ender, Michael Mitchell y Christine Wells (2003). *Regression with Stata*. Recuperado de <http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/webbooks/reg/default.htm>.
- Deressa, Temesgen; Rashid Hassan, Tekie Alemu, Mahmud Yesuf y Claudia Ringler (2008). *Analyzing the determinants of farmers' choice of adaptation methods and perceptions of climate change in the Nile Basin of Ethiopia*. IFPRI Discussion Paper 00798. Washington, DC: IFPRI.
- Escobal, Javier y Carmen Ponce (2010). Adaptación al cambio climático en contextos de desarrollo territorial rural: la experiencia de Jauja. En *Cambio climático en la cuenca del río Mantaro: balance de siete años de estudio* (pp. 226-233). Lima: Instituto Geofísico del Perú.
- Escobal, Javier; Carmen Ponce y Raúl Hernández Asensio (2012). El territorio de Cuatro Lagunas en Perú: intervenciones de actores extraterritoriales

- y cambios en la intensidad de uso de los recursos naturales. En Julio A. Berdegú y Félix Modrego Benito (Eds). *De Yucatán a Chiloé: dinámicas territoriales en América Latina* (pp. 393-418). Buenos Aires: Tesco, IDRC y RIMISP.
- Goovaerts, Pierre (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228(1), 113-129.
- Hassan, Rashid y Charles Nhemachena (2008). Determinants of African farmers' strategies for adapting to climate change: multinomial choice analysis. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2(1), 83-104.
- Hijmans, Robert J.; Jacob van Etten, Matteo Mattiuzzi, Michael Sumner, Jonathan A. Greenberg, Oscar P. Lamigueiro y Ashton Shortridge (2015). *Raster: Geographic Data Analysis and Modeling (Version 2.3-33)*. Recuperado de <http://cran.r-project.org/web/packages/raster/index.html>.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2012) *Resultados definitivos: IV Censo Agropecuario 2012*. Lima: INEI.
- Jarvis, Andy; Hannes I. Reuter, Andy Nelson y Edward Guevara (2008). *Hole-filled seamless SRTM data V4. International Centre for Tropical Agriculture (CIAT)*. Recuperado de <http://srtm.csi.cgiar.org>.
- Lavado, Waldo; Grinia Ávalos y Wouter Buytaert (2015). *La economía del cambio climático en el Perú: la climatología del cambio climático*. Monografía, 262. Washington, DC: BID.
- Lin, Brenda B. (2011). Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *BioScience*, 61(3), 183-193.
- Lybbert, Travis y Daniel Sumner (2010). *Agricultural technologies for climate change mitigation and adaptation in developing countries: policy options for innovation and technology diffusion*. Issue Brief, 6. Geneva:

International Centre for Trade and Sustainable Development; International Food & Agricultural Trade Policy Council.

Maletta, Héctor y Emiliano Maletta (2011). *Climate change, agriculture and food security in Latin America*. Brentwood, Essex, UK: Multi-Science Publishing.

Marshall, Eric y Timothy Randhir (2008). Effect of climate change on watershed system: a regional analysis. *Climatic Change*, 89(3-4), 263-280.

Morton, John F. (2007). The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19680-19685.

Nhemachena, Charles y Rashid Hassan (2007). *Micro-level analysis of farmers' adaptation to climate change in Southern Africa*. IFPRI Discussion Paper, 00714. Washington, DC: IFPRI.

Nkya, Kamil; Amana Mbowe y Joachim H. J. R. Makoi (2015). Low-cost irrigation technology, in the context of sustainable land management and adaptation to climate change in the Kilimanjaro Region. *Journal of Environment and Earth Science*, 5(7), 45-56.

Osbahr, Henny; Chasca Twyman, W. Neil Adger y David S. G. Thomas (2008). Effective livelihood adaptation to climate change disturbance: scale dimensions of practice in Mozambique. *Geoforum*, 39(6), 1951-1964.

Paavola, Jouni. (2008). Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania. *Environmental Science & Policy*, 11(7), 642-654.

Pebesma, Edzer; Roger Bivand, Barry Rowlingson, Virgilio Gómez-Rubio y Robert Hijmans (2015). *sp: classes and methods for spatial data (Version 1.0-17)*. Recuperado de <http://cran.r-project.org/web/packages/sp/index.html>.

R Core Team (2014). *R: a language and environment for statistical computing (version 3.1.2)*. Recuperado de <http://www.R-project.org/>.

- Ruben, Ruerd; Gideon Kruseman, Arie Kuyvenhoven y Johan Brons (2000). *Climate variability, risk-coping and agrarian policies: farm households' supply response under variable rainfall conditions*. Report for NOP Project Impact of Climate Change on Drylands (ICCD). Wageningen.
- Stalker, Peter (Ed.) (2006). *Technologies for adaptation to climate change*. Bonn: UNFCCC.
- Tambo, Justine y Tahirou Abdoulaye (2012). Climate change and agricultural technology adoption: the case of drought tolerant maize in rural Nigeria. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17(3), 277-292.
- Tompkins, Emma L. y W. Neil Adger (2004). Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change? *Ecology and Society*, 9(2), 10.

### **Páginas web**

- <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/anomalies.php>
- [http://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=MOD\\_LSTAD\\_M](http://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=MOD_LSTAD_M)
- [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)
- [http://ete.cet.edu/gcc/?/globaltemp\\_anomalies/](http://ete.cet.edu/gcc/?/globaltemp_anomalies/)
- <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=calendario-de-siembras-y-cosechas>

### **Anexo 1. Metodología de estimación de la temperatura promedio y precipitación promedio en la sierra para los periodos 1964-1994 y 1982-2012**

#### ***Generación de datos climatológicos***

Se seleccionaron las estaciones con más del 50% de datos existentes para ambos periodos y para cada variable. Como resultado, se trabajó con los datos de 285 estaciones para estimar la precipitación, 154 para estimar la temperatura máxima y 153 para la temperatura mínima y la media. En cada estación, se revisaron los datos con el fin de identificar problemas de digitación o *outliers*. Se estimaron los promedios mensuales de temperatura diaria mínima y máxima, así como los promedios mensuales de precipitación diaria acumulada. Finalmente, se vinculó cada estación con sus coordenadas y con su altitud, esta última obtenida de información satelital (Jarvis y otros 2008).

#### ***Generación de mapas interpolados***

Para interpolar los mapas de temperatura máxima, mínima y media (promedio de mínima y máxima) de cada mes de cada periodo (1964-1994 y 1984-2014), se siguió el método empleado por el SENAMHI para construir la climatología base en el EIECCP. El método se basa en *co-kriging*, una herramienta de análisis estadístico espacial que genera el mejor predictor lineal insesgado de los valores intermedios entre los puntos observados. Esta

herramienta ha sido ampliamente empleada en el análisis de la información climática (Goovaerts 2000), incluyendo el desarrollado en zonas andinas (Buytaert y otros 2006).

Para la temperatura, se emplearon solo estaciones que estuvieran a más de 2 kilómetros de distancia entre sí. Cada mapa se interpoló empleando la herramienta *co-kriging*, en la que se usó la altitud como covariable y un componente de correlación espacial con un rango de búsqueda de 10 kilómetros. El mapa de alturas se obtuvo de la base de datos del CIAT (Jarvis y otros 2008) y sirvió de soporte para la interpolación. Luego de la interpolación, el mapa en coordenadas geográficas se reproyectó a UTM (zona 18S) con el fin de simplificar el análisis posterior. En el mapa final obtenido para cada variable y cada mes, cada píxel (cuadrado que representa cada unidad de estimación) mide 1 kilómetro de lado.

Un proceso similar se empleó para estimar la precipitación mensual promedio, con dos diferencias: se utilizó como covariable información del satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) y para la búsqueda de estaciones se definió un rango de 100 kilómetros. El satélite TRMM recoge información acerca de la precipitación y las nubes en el área tropical, y ha operado desde 1997. La información de este satélite se empleó para construir cuatro mapas de probabilidad de precipitación trimestral: diciembre-febrero, marzo-mayo, junio-agosto y setiembre-noviembre. Esta información no permite recoger datos para todo el periodo de estudio, pero ayuda a establecer la estructura espacial de la precipitación y sus cambios a lo largo del año. Dado que esta estructura espacial depende en gran parte de la topografía y la dirección de los vientos, y en la medida en que no hay evidencias de que estos hayan cambiado sustancialmente durante los últimos 50 años, asumimos que dicha estructura espacial es similar para todo el periodo de análisis.

Cada mapa interpolado y reproyectado fue intersecado con un mapa de distritos a nivel nacional. Con todos los píxeles que ocupan cada distrito, se obtuvieron valores promedio de temperatura mínima, máxima y media, así como de precipitación distrital. El mismo proceso se repitió descartando todos los píxeles a más de 4800 metros de altitud, donde la presencia agrícola



es prácticamente nula. El último conjunto de mapas es el que se utilizó en este estudio.

Todos los análisis espaciales fueron realizados con R (R Core Team 2014), empleando los paquetes *sp* (Pebesma y otros 2015) y *Raster* (Hijmans y otros 2015).

### ***Ejercicios de validación***

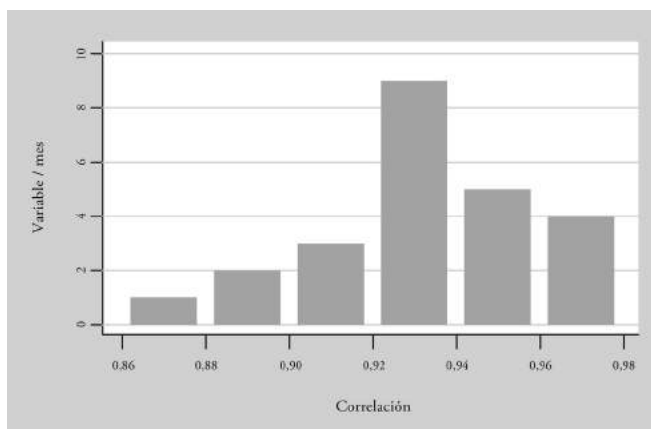
Para asegurar la calidad de la interpolación se evaluaron los variogramas de la estimación de cada variable, mes y periodo. En los variogramas se muestra cómo cambia la correlación entre dos puntos cuando se modifica la distancia. La correlación debe reducirse conforme se incrementa la distancia; como la correlación disminuye, la varianza aumenta.

Adicionalmente, se construyeron mapas de validación cruzada de temperatura promedio y precipitación promedio para cada mes/periodo. Para construir cada uno de estos mapas, en primer lugar, se extrae cada estación de la muestra —una por una— y se vuelve a estimar el modelo sin incluir dicha estación. El valor estimado se compara con el valor observado de esa estación. Este proceso se repite para cada una de las estaciones, y para cada una de las variables de interés, mes y periodo. Finalmente, se compara la diferencia —o residuo— de cada variable, estación y mes del primer periodo con la respectiva diferencia o residuo del segundo periodo, para identificar el grado de correlación entre ambas.

Cabe señalar que, dado que los residuos tienden a ser mas altos que los cambios estimados entre un periodo y otro, se evaluó el grado de correlación intertemporal de los residuos, para ambas variables de interés (temperatura promedio y precipitación promedio). Como se observa en el gráfico 1, la correlación entre los residuos de ambos periodos, para ambas variables, es bastante alta. Esta alta correlación —entre los residuos de la validación cruzada de ambos periodos— sugiere que existe un componente estructural espacial que es capturado solo parcialmente por el modelo, pero que se

mantiene en el tiempo, para cada punto del territorio. Por ello, concluimos que la estimación del cambio es más confiable que la de niveles, pues elimina esta parte no capturada por el modelo que se mantiene en el tiempo.

Gráfico A-1

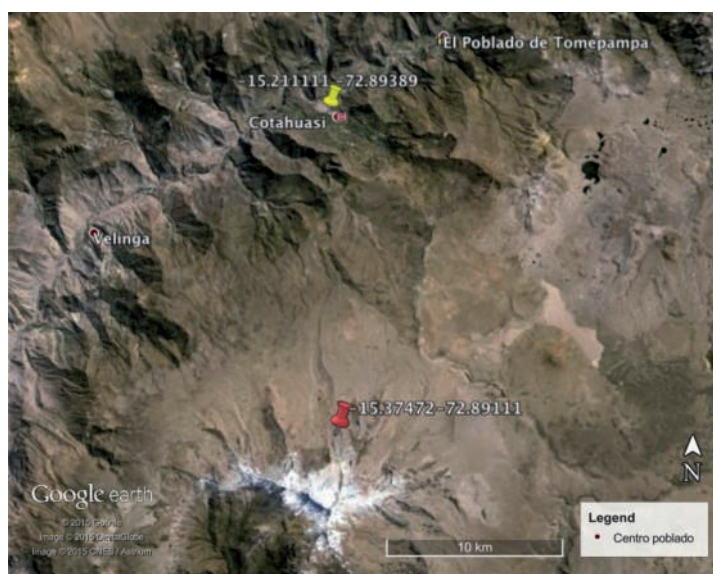


Correlación entre los errores obtenidos de los ejercicios de validación cruzada de los periodos 1964-1994 y 1984-2014 para las variables del estudio (temperatura promedio y precipitación promedio) y para cada mes. Se puede apreciar que, en todos los casos, supera 0,86, y que en la gran mayoría de casos la correlación es bastante alta (mayor de 0,9).

Como ocurre en estudios anteriores, el grado de precisión de las estimaciones está estrechamente vinculado a la escasa información meteorológica de campo existente, así como a la limitación de los modelos de interpolación espacial estadística disponibles. Con el fin de corroborar que la estimación realizada comparte la robustez de las estimaciones de la metodología validada por Lavado y otros (2015), complementariamente a los ejercicios de validación mencionados se compararon los resultados del modelo de temperatura media utilizado en este estudio —reestimado para el periodo de estudio del EIECCP— con los resultados obtenidos para el EIECCP, único estudio disponible para el Perú que comparte similitudes en la escala de la estimación y el tipo de variables de análisis. La comparación se hizo tanto para los resultados interpolados como para los residuos de la validación cruzada de ambos estudios.

Los resultados de las estimaciones de temperatura promedio fueron consistentes con los obtenidos para el EIECCP en términos de los valores estimados y de los residuales de la validación cruzada. En términos de los valores estimados, se observaron dos anomalías significativas ( $> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), las cuales corresponden a problemas de georreferenciación existentes en la base de datos original del SENAMHI empleada para el EIECCP, que ya fueron corregidos por el SENAMHI para este estudio (figuras A-1 y A-2).

Figura A-1



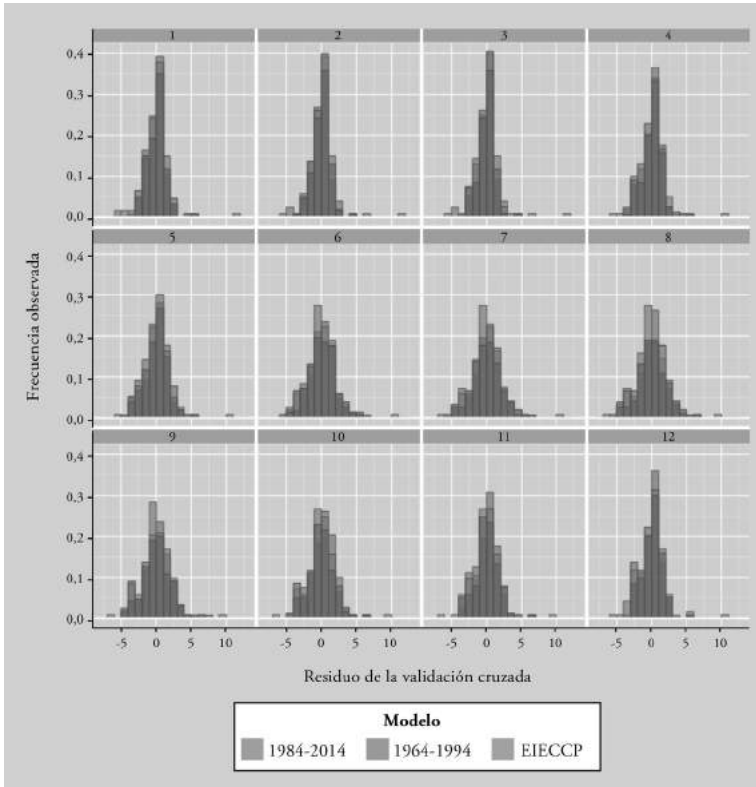
Vista de la estación Cotahuasi según las coordenadas empleadas para el EIECCP (marcador rojo, altitud según Google Earth: 5114 metros) y este estudio (marcador amarillo, altitud según Google Earth: 2651 metros). Nótese la ubicación del centro poblado Cotahuasi, así como que la altitud del marcador amarillo corresponde con la reportada para dicha estación (2683 metros).

**Figura A-2**

Vista de la estación Huancabamba según las coordenadas empleadas para el EIECCP (marcador rojo, altitud según Google Earth: 3191 metros) y este estudio (marcador amarillo, altitud según Google Earth: 1951 metros). Nótese la ubicación del centro poblado Huancabamba, así como que la altitud del marcador amarillo corresponde con la reportada para dicha estación (1950 metros).

Como se muestra en el gráfico A-2, la comparación de los residuos obtenidos mediante el método de validación cruzada muestra un patrón similar que el obtenido en la estimación del EIECCP, con la gran mayoría de ellos concentrados alrededor de  $\pm 5$  °C. Solo en unos pocos casos se observan residuos por encima de  $\pm 10$  °C en las estimaciones del EIECCP. Estos resultados muestran que las interpolaciones obtenidas son consistentes con trabajos anteriores similares en el área.

Gráfico A-2



Distribución de los residuos de la validación cruzada observados para el EIECCP y para los dos periodos del presente estudio. Se aprecia que las tres distribuciones son prácticamente idénticas y que la gran mayoría de las observaciones se encuentran acotadas entre  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .



## CUARTO CAPÍTULO

# CAMBIOS EN LA AGRICULTURA Y DEFORESTACIÓN EN LA SELVA PERUANA: ANÁLISIS BASADO EN EL IV CENSO AGROPECUARIO

Eduardo Zegarra  
Juan Pablo Gayoso





## INTRODUCCIÓN

El IV Censo Nacional Agropecuario (2012) ha abierto nuevas oportunidades de investigación sobre temas clave del desarrollo nacional. Uno de ellos es, sin duda, el vínculo entre expansión agropecuaria y deforestación en la selva peruana. Aunque el propio proceso de deforestación de la selva tropical de la Amazonía peruana ha venido siendo investigado desde varios ángulos (Vergara y otros 2014), debido a la carencia de datos en un nivel de desagregación adecuado poco se ha podido saber hasta ahora sobre su relación con las dinámicas agropecuarias específicas.

El censo del 2012 viene a llenar este vacío al haber generado información censal en el nivel de unidades geográficas —sectores de empadronamiento agropecuario (SEA)— suficientemente pequeñas y georreferenciadas, lo que permite establecer el vínculo entre deforestación y uso de la tierra para fines agropecuarios en un grado razonable. Asimismo, las mediciones sobre la deforestación en la selva que desde el 2009 viene haciendo de modo sistemático el Ministerio del Ambiente (MINAM 2014) —tomando como periodo base el año 2000 y utilizando una metodología rigurosamente establecida y documentada— constituyen también una pieza fundamental de información que permite estudiar en detalle los diversos factores potencialmente causantes de este fenómeno.

En este estudio, aprovechamos tanto el censo agropecuario del 2012 como la información recogida por MINAM entre los años 2000-2011 para responder algunas preguntas sobre los impactos diferenciados que probablemente ha tenido la importante expansión agropecuaria en la deforestación durante este periodo. Lamentablemente, el censo del 2012 no es comparable con el de 1994 en el nivel de SEA porque estas unidades

no estaban disponibles para ese año. Sí lo es en el nivel de distritos, pero en la selva peruana, esta categoría constituye una unidad geográfica demasiado grande como para detectar de manera adecuada las relaciones —bastante localizadas— entre deforestación y uso agrario del suelo. Esta limitación nos impide utilizar en nuestras estimaciones variables de cambio en el uso del suelo para uso agrario entre 1994 y el 2012 —o variables de nivel en 1994—. Por ello, para este estudio nos centramos solo en la estructura de uso del suelo observada en el 2012, en el supuesto —fuerte— de que esta ha sido relativamente estable en los periodos en que analizamos su relación con la deforestación.

En el análisis de la relación entre uso del suelo con fines agropecuarios y deforestación, hemos observado atentamente tres rasgos claves de los agricultores, tomados del censo del 2012: a) la orientación de sus siembras hacia el mercado o el autoconsumo, b) el tamaño de sus explotaciones y c) el tipo de cultivos vigentes en el 2012. Las dos primeras caracterizaciones pueden considerarse un tanto más estructurales para el periodo de análisis 2000-2011, mientras que la tercera —orientación productiva en el año del censo— puede entenderse como más cambiante aun en plazos cortos. De todas formas, consideramos que estas tres dimensiones de la relación entre agricultura y deforestación nos ayudan a responder inicialmente algunas preguntas relevantes desde el punto de vista de las políticas públicas,<sup>1</sup> y también a abrir nuevas interrogantes que permitirán profundizar ulteriormente en la investigación en la materia. En buena medida, lo primero que es necesario saber es qué tipo de agricultores y qué cultivos han venido incidiendo más en los procesos de deforestación recientes observados en la Amazonía peruana.

En este contexto, nos parece importante presentar, previamente a las estimaciones del «modelo de deforestación», un análisis descriptivo agregado

---

1 Somos conscientes de que existen otras posibilidades para caracterizar la estructura agraria observada en el 2012, como las diversas formas jurídicas, de acceso y tenencia de la tierra; las condiciones tecnológicas; la prevalencia de la agricultura familiar o empresarial, y el acceso a los servicios públicos y privados de los agricultores, entre otras. En este estudio nos concentramos en estas tres dimensiones porque son las más generales —e inevitables— para la fase inicial de las investigaciones acerca de la relación entre deforestación y uso agropecuario del suelo en la selva. Se pueden —y se deben— realizar análisis posteriores referidos a otras dimensiones relevantes o de interés más específico para las políticas públicas.

y contextual sobre los grandes cambios en el uso y la estructura de acceso a la tierra agropecuaria observados en la selva peruana entre 1994 y el 2012. Este análisis se presenta en la *primera sección* de este capítulo, y se centra tanto en las dinámicas del uso y acceso a la tierra como en cambios en la estructura y la orientación productiva, establecidos sobre la base de la comparación entre ambos censos.

La *segunda sección* introduce un análisis descriptivo sobre la potencial relación entre la tasa de deforestación —estimada por el MINAM para el periodo 2000-2011, con subperiodos 2000-2005, 2005-2009 y 2009-2011— y un conjunto de variables relevantes que pueden influir decisivamente en este proceso, tales como las características físicas del territorio, el acceso a los mercados, así como las condiciones institucionales, de migración y de uso del suelo para fines agropecuarios.

En la *tercera sección* presentamos y estimamos un modelo econométrico de regresión múltiple sobre la relación (condicionada) entre deforestación y uso agrario del suelo en la selva peruana en tres subperiodos de tiempo, controlando por variables relevantes. Los resultados de las estimaciones se presentan para los efectos específicos que cada una de las variables de mayor interés tiene en la deforestación observada.

La *cuarta y última sección* resume los hallazgos y las conclusiones del trabajo.



# 1. CAMBIOS EN EL SECTOR AGRARIO DE LA SELVA<sup>2</sup> ENTRE 1994 Y EL 2012<sup>3</sup>

En esta sección presentamos algunos cambios estructurales en el uso del suelo y en la producción agropecuaria en el periodo intercensal 1994-2012.

## 1.1. Cambios en el uso y acceso a la tierra de la selva

Durante las últimas dos décadas, la agricultura de la selva se ha expandido en forma significativa. El número de agricultores se ha incrementado de 318 000 en 1994 a 468 000 en el 2012, un crecimiento del 47%, mucho más elevado que en la costa (28%) y la sierra (23%). Este incremento fue más notorio en la selva alta (66%), mientras que en la selva baja llegó al 27%. En el 2012, los agricultores de la selva representaron el 21% de los agricultores del país, un aumento de 3 puntos respecto al 18% de 1994. Este fuerte crecimiento del número de agricultores se puede ver en el siguiente cuadro.

---

2 La **selva** es la región natural ubicada al este de las estribaciones orientales andinas y por debajo de los 2000 metros de altitud. Usaremos la división de regiones naturales que distingue la selva baja de la selva alta. La *selva alta* se define como la subregión natural que se ubica en la selva y que se encuentra por encima de los 800 metros de altitud, mientras la *selva baja* llega hasta los 800 metros de altitud.

3 Esta sección contextual presenta, selectivamente, algunos hallazgos del informe *Agricultura, recursos naturales y Amazonía: cambio y transformación 1994-2012*, preparado Eduardo Zegarra (GRADE) por encargo de OXFAM en el 2013.

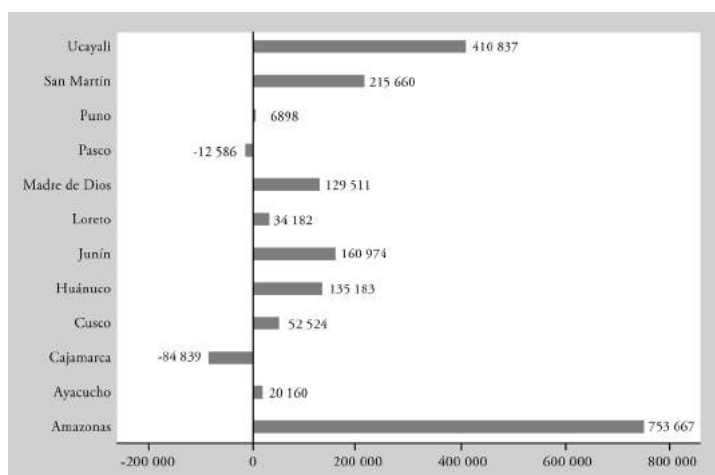
**Cuadro 1**  
**Perú: cambio en el número de agricultores**

	1994	2012	Cambio	Cambio %	Porcentaje total 2012
Costa	269 738	344 738	75 000	27,8	15,2
Sierra	1 177 014	1 448 424	271 410	23,1	64,1
Selva	318 018	467 811	149 793	47,1	20,7
<i>Selva alta</i>	165 057	273 431	108 374	65,7	12,1
<i>Selva baja</i>	152 961	194 380	41 419	27,1	8,6
Total nacional	1 764 770	2 260 973	496 203	28,1	100,0

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Entre 1994 y el 2012, la superficie agropecuaria se expandió en 17,6%, con un aumento del 15,5% en la superficie agrícola de la selva y del 18,0% en la no agrícola (pastos, montes y bosques).<sup>4</sup> En conjunto, el incremento

**Gráfico 1**  
**Selva: cambio neto en la superficie agropecuaria entre 1994 y el 2012 (hectáreas)**



Fuente: Censos agropecuarios de 1994 y el 2012, INEI. Elaboración propia.

<sup>4</sup> La mayor tasa de aumento en el número de agricultores versus la superficie agropecuaria indica un incremento en la fragmentación de la tierra.

de la superficie agropecuaria total entre 1994 y el 2012 fue de 1,8 millones de hectáreas; es decir, un promedio anual de expansión agropecuaria de unas 100 000 hectáreas o 1% anual. Por zonas, la superficie agropecuaria total aumentó en 12,1% en la selva alta y en 19,3% en la selva baja. Los cambios de la superficie agropecuaria por región (departamento) se muestran en el gráfico 1.

Uno de los incrementos más significativos se observa en Amazonas, que entre 1994 y el 2012 pasó de 314 000 a más de 1 millón de hectáreas de superficie agropecuaria. También tuvieron una expansión significativa Ucayali y San Martín. Por otro lado, la superficie agropecuaria de la selva de Cajamarca y Pasco cayó entre ambos periodos.

En cuanto al uso de la superficie agrícola, el cambio más importante ha sido el viraje de cultivos transitorios hacia cultivos permanentes y pastos cultivados (cuadro 2). Estas tendencias se relacionan con la expansión de cultivos como el café, el cacao y frutales, así como de pastos cultivados para la ganadería.

**Cuadro 2**  
**Selva: uso de la superficie agrícola**

	Hectáreas en 1994	Hectáreas en el 2012	Cambio en hectáreas	Cambio en porcentaje	Porcentaje 1994	Porcentaje 2012
<b><i>Por tipo de riego</i></b>						
Bajo riego	82 493	113 863	31 370	38,0	4,4	5,2
Bajo seco	1 797 940	2 058 058	260 118	14,5	95,6	94,7
<b><i>Por tipo de cultivo</i></b>						
Cultivos transitorios	556 296	338 233	-218 063	-39,2	29,6	15,6
Cultivos permanentes	323 629	783 381	459 752	142,1	17,2	36,1
Cultivos asociados	107 635	124 638	17 003	15,8	5,7	5,7
Cultivos forestales	6653	15 894	9241	138,9	0,4	0,7
Pastos cultivados	242 627	358 270	115 643	47,7	12,9	16,5
Tierra en barbecho	238 013	306 837	68 824	28,9	12,7	14,1
Tierra en descanso	22 131	4614	-17 517	-79,2	1,2	0,2
Tierra no trabajada	383 450	240 701	-142 749	-37,2	20,4	11,1
Superficie agrícola	1 880 434	2 172 568	292 134	15,5	100,0	100,0

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Un actor importante en la selva son las comunidades —nativas y campesinas—, cuya superficie agropecuaria muestra un fuerte incremento

entre 1994 y el 2012. Así, la superficie agropecuaria declarada bajo tutela de las comunidades nativas se incrementó en 35%, pues pasó de 5,2 millones de hectáreas en 1994 a 7,1 millones en el 2012.<sup>5</sup> Las comunidades campesinas —mucho menos importantes en la selva que en la sierra— también incrementaron su superficie agropecuaria en 87%, pues esta pasó de 193 000 hectáreas en 1994 a 362 000 en el 2012.

Para los fines de análisis de esta sección, generamos una tipología de unidades agropecuarias en la que las comunidades nativas y campesinas ocupan una categoría especial, y el resto de unidades se clasifican de acuerdo con el tamaño de su superficie agrícola. En el gráfico 2 se presentan los cambios en el uso de la tierra agrícola por parte de los distintos tipos de agricultores entre ambos periodos censales.

Se observa que la fuerte expansión de los cultivos permanentes se ha concentrado en los agricultores que poseen hasta 5 hectáreas de área agrícola, grupo en el que también se produjo la mayor reducción de cultivos transitorios. En los pastos cultivados, por otro lado, la expansión ha sido más clara en cuanto a los agricultores que poseen áreas más grandes, superiores de 20 hectáreas. En este último segmento también se puede ver la mayor caída de la tierra no trabajada, lo que denota un proceso de intensificación en el uso de la tierra disponible por parte de las unidades más grandes. Por su parte, las comunidades muestran un crecimiento importante en el uso de la tierra para pastos naturales, así como en la declarada como montes y bosques en ambos censos.

## 1.2. Cambios en la producción agropecuaria

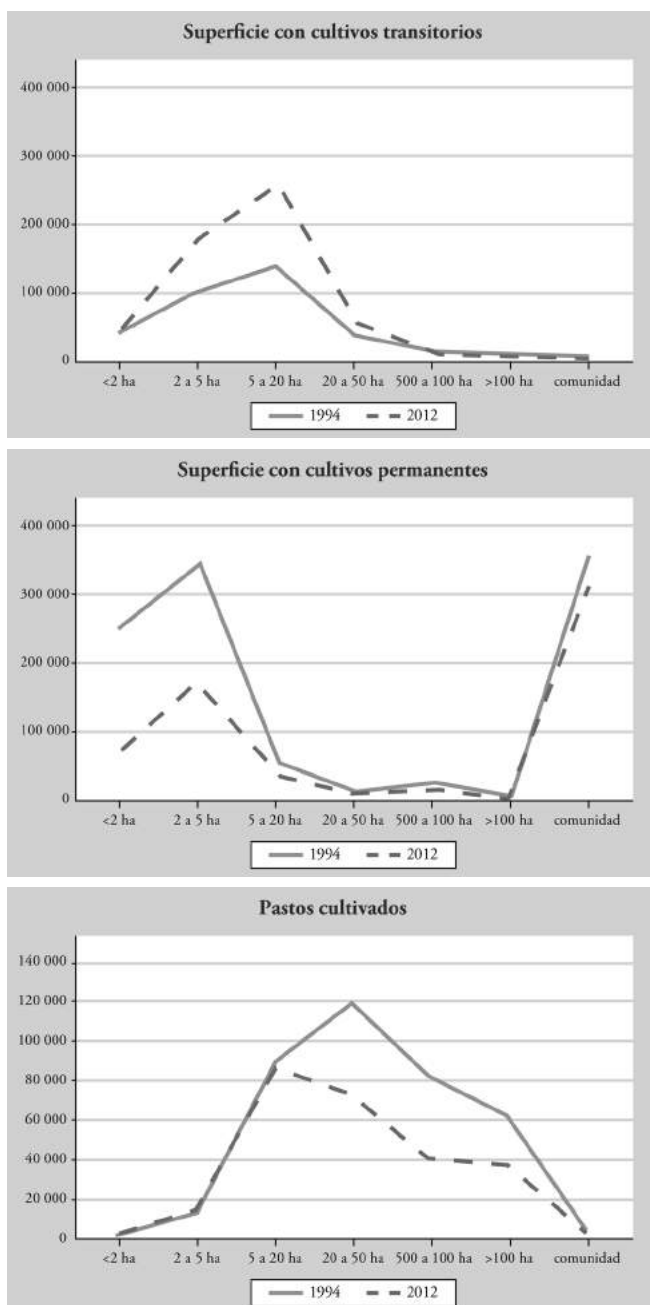
El gráfico 3 muestra los cambios en la superficie sembrada de los principales cultivos de la selva.

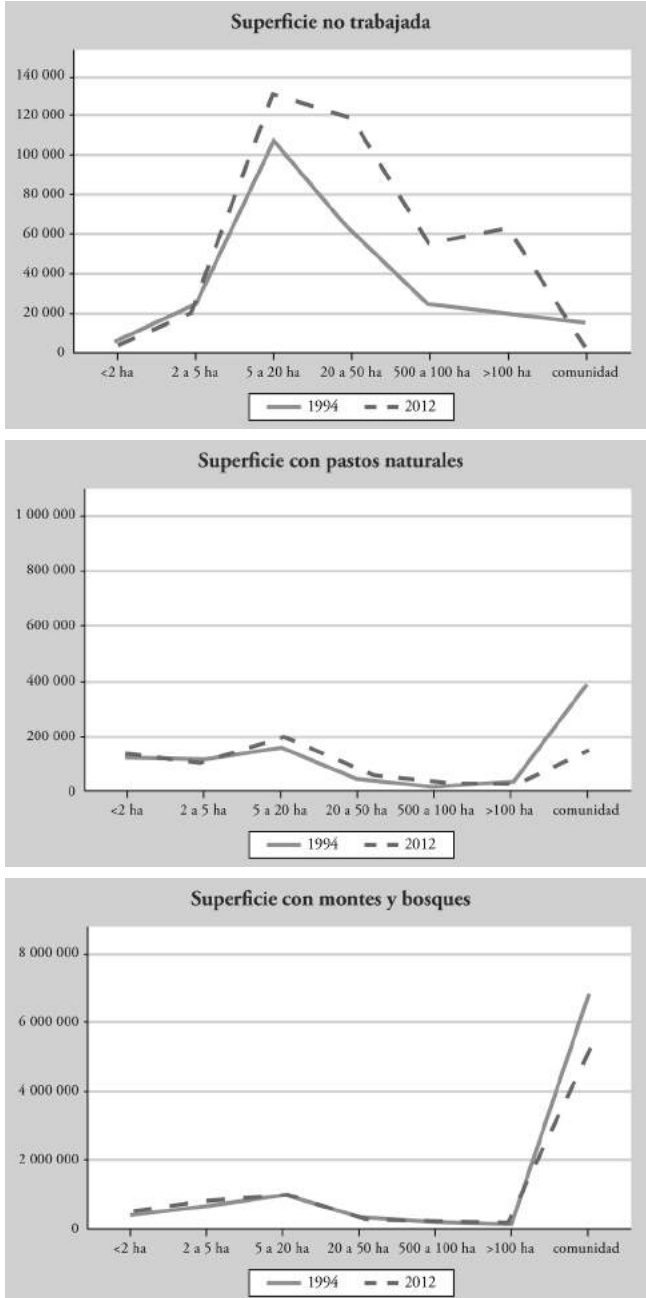
---

5 Este incremento se ha producido principalmente en la selva baja, donde, entre ambos censos, las comunidades nativas pasaron de manejar 4,5 millones de hectáreas a 6,1 millones.



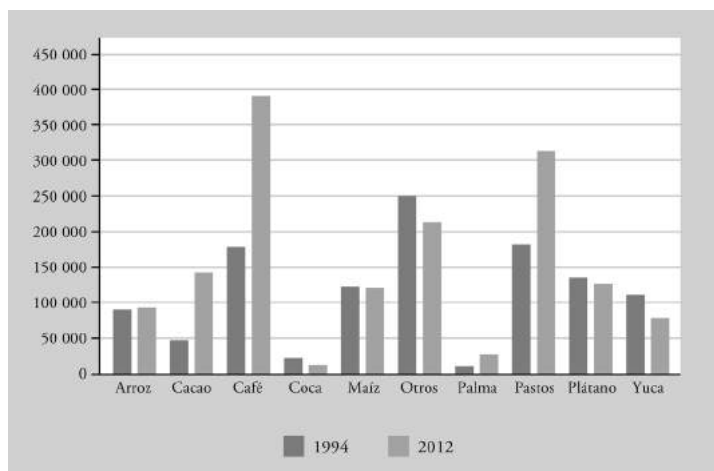
**Gráfico 2**  
**Selva: cambio en el uso de la tierra agrícola por tipo de agricultor**





Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

**Gráfico 3**  
**Cambios en la siembra de los principales cultivos**



Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Los cultivos con mayor crecimiento han sido el café, el cacao y los pastos cultivados. También se observa un crecimiento importante en el cultivo de la palma aceitera<sup>6</sup>—un poco más de 26 000 hectáreas —, exclusivamente en la selva baja.

En cuanto a los cultivos de consumo alimentario más importantes, las plantaciones de arroz han crecido muy poco entre 1994 y el 2012 en términos de superficie sembrada, mientras que las de plátano y yuca han sufrido caídas. La superficie de maíz amarillo, cultivo destinado a la alimentación animal, se ha mantenido entre ambos periodos. Por su parte, la coca —declarada legal por los agricultores en el censo— presenta una caída de unas 6000 hectáreas de área sembrada entre 1994 y el 2012.

En el cuadro 3 se observa el cambio, entre 1994 y el 2012, del peso relativo de cada departamento en la siembra total —toda la selva— de los

<sup>6</sup> Resulta notorio que en el censo del 2012 no se registraran las áreas sembradas de palma por el Grupo Palmas (Grupo Romero), que se estiman en unas 24 000 hectáreas en sus dos grandes explotaciones: Tocache (San Martín) y Shanusi (Alto Amazonas, Loreto). En conjunto, el área cubierta con palma aceitera en el 2012 habría llegado a cerca de 50 000 hectáreas si se hubieran incluido estas explotaciones.

cultivos importantes. Un cambio en 1% indica que el peso relativo aumentó en ese porcentaje para el cultivo en el departamento en la siembra total de la selva.

### Cuadro 3

**Selva: cambio entre 1994 y el 2012 en el peso relativo de la siembra de cultivos principales de cada departamento de la selva peruana\***  
%

	Ama- zonas	Aya- cucho	Caja- marca	Cusco	Huá- nuco	Junín	Loreto	Madre de Dios	Pasco	Puno	San Martín	Ucayali
Arroz	-2,6	-0,3	-1,7	-0,7	-0,9	-0,7	-7,8	-1,9	-1,4	-0,2	19,4	-1,3
Cacao	3,1	-12,6	-1,6	-14,9	-1,5	-6,3	1,7	-0,2	-0,7	0,2	26,0	6,9
Café	-0,8	-0,2	-6,3	-5,9	2,6	-4,7	0,4	0	-0,5	-0,1	15,0	0,5
Coca	-0,1	12,4	-0,2	14,1	-25,3	16,8	-0,1	0	0	5,7	-11,5	-11,8
Maíz	-3,0	0	-2,2	0,3	2,2	-0,8	4,3	1,7	-0,8	-0,1	-5,6	4,0
Otros	-4,1	0,6	-12,6	2,2	-0,2	2,2	0,8	1,4	4,8	-0,1	3,6	1,4
Palma	-0,1	0	0	0	1,4	0	-9,7	0	0	0	-18,4	26,8
Pasto	-2,2	0	-15,3	-0,5	25,4	-2,6	0,5	-10,1	7,4	0	-3,3	0,7
Plátano	1,1	-0,2	-2,2	1,1	3,2	-1,3	5,1	1,5	-1,0	0,2	-12,8	5,3
Yuca	2,2	-0,6	-1,5	-1,0	0,3	-0,4	8,4	0,3	0,7	0,1	-9,5	0,9

\* Las celdas en gris claro indican un incremento significativo en el peso del cultivo y del departamento en la siembra total, mientras que las de gris oscuro señalan una caída significativa.

Fuente: Censos Agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

El departamento de San Martín<sup>7</sup> presenta las mayores expansiones en arroz, cacao y café, y una caída en coca, plátano, palma<sup>8</sup> y yuca. Loreto, por su parte, ha sufrido caídas en el arroz y la palma, pero un aumento en la yuca. Ucayali destaca por el fuerte incremento en la siembra de palma (27%) y en menor medida de cacao (7%), con un declive en la coca (-12%). Huánuco se distingue por el incremento en pastos cultivados, con una caída en la coca, mientras que Junín incrementó su siembra de coca,

7 San Martín concentra el 48% de la superficie sembrada de arroz, el 42% de palma, el 33% de cacao y maíz, y el 24% de café. Es, de lejos, el departamento más importante en términos de superficie agrícola cultivada en la selva peruana.

8 La caída de la palma probablemente esté relacionada con la desactivación de la empresa estatal Endepalma en la década de 1990. Por otro lado, la no declaración de hectáreas del Grupo Palmas en el 2012 sesga fuertemente este resultado hacia abajo (véase la nota 6).

al igual que el Cusco y Ayacucho. Cabe señalar que Cajamarca ha tenido reducciones importantes en el peso relativo de pastos, otros cultivos y café, y prácticamente no ha incrementado su participación en ningún cultivo. Estos datos son consistentes con la caída de la superficie agropecuaria total y agrícola en la selva de este departamento norteño. Amazonas, por su parte, ha mantenido un peso similar en todos los cultivos entre ambos periodos censales.

### 1.3. Cambios en el sector ganadero

La evolución de la actividad ganadera constituye uno de los cambios importantes ocurridos en la selva peruana en el periodo intercensal. En el cuadro 4 se muestra el fuerte incremento de la tenencia de ganado vacuno en la selva entre 1994 y el 2012.

**Cuadro 4**  
**Perú: cambio en la tenencia de ganado vacuno**

	1994	2012	Cambio (%)
Costa	549 482	607 915	10,6
Sierra	3 438 919	3 751 849	9,1
Selva	504 835	796 280	57,7
<i>Selva alta</i>	286 413	326 378	14,0
<i>Selva baja</i>	218 422	469 902	115,1
Total	4 493 236	5 156 044	14,8

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Este crecimiento (58% entre 1994 y el 2012) ha sido mucho más pronunciado que en cualquier otra zona productiva del país. El ganado vacuno en la selva pasó de 504 835 cabezas a 796 280 entre ambos periodos; en la selva alta, el cambio fue del 14%, más cerca de lo ocurrido en el resto del país. El mayor incremento se registró en la selva baja (115%).

### 1.4. Cambios en el destino y la diversificación de la producción

Un tema importante para el análisis agropecuario es el destino de las siembras de los productores; es decir, su nivel de integración al mercado de productos. En el cuadro 5 se presenta la información sobre los cultivos sembrados y orientados a la venta<sup>9</sup> para las cuatro grandes zonas de producción del país.

**Cuadro 5**  
**Perú: porcentaje de superficie sembrada orientada hacia la venta (%)**

	1994	2012
Costa	74,1	81,5
Sierra	15,5	26,4
Selva	54,9	75,0
<i>Selva alta</i>	61,7	86,8
<i>Selva baja</i>	48,1	63,1
Total	32,2	46,3

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

A primera vista destaca el fuerte incremento de la producción orientada hacia la venta de la selva en su conjunto (55% a 75%), y especialmente de la selva alta (de 62% a 87%); así, esta región supera a la costa, que tradicionalmente mostraba la mayor orientación hacia el mercado. La selva baja también presentó un fuerte incremento de la producción orientada hacia la venta (48% a 63%), lo que refleja, en general, un significativo incremento en el nivel de comercialización de la producción agrícola de la selva peruana entre 1994 y el 2012.

9 El censo les pide a los agricultores señalar hacia qué destino están orientados los cultivos de la campaña en curso. En 1994, las opciones de la cédula censal fueron las siguientes: a) venta en la unidad agropecuaria, b) venta en el mercado, c) consumo en la unidad agropecuaria (autoconsumo) y d) venta para semilla. En la cédula del 2012, las opciones fueron distintas: a) venta, b) autoconsumo, c) autoinsumo y d) alimento de animales. En estricto, las preguntas no son comparables. No obstante, tanto en la pregunta de 1994 como en la del 2012 se puede diferenciar la orientación neta hacia la venta de las formas de uso o consumo interno de lo sembrado, por lo que usaremos ese criterio general de distinción para establecer la primera comparación. Así, la superficie para venta corresponderá a las categorías a) y b) del censo de 1994, y solo a la categoría a) del censo del 2012.

Otra dimensión importante de la estructura de producción agrícola es la referida a los grados de diversificación o presencia de monocultivo. El cuadro 6 muestra el promedio del porcentaje de la superficie sembrada de los distritos de la selva que se orientó al cultivo principal.

**Cuadro 6**  
**Selva: porcentaje de la superficie sembrada con el cultivo principal,**  
**a nivel de distrito**

	1994	2012
Selva alta	35,1	52,3
Selva baja	35,4	39,7
Total	35,3	45,2

Fuente: Censos agropecuarios 1994 y 2012, INEI. Elaboración propia.

Un incremento en este parámetro indica una tendencia creciente al monocultivo en los territorios. Como se puede ver, el promedio subió del 35% al 45%. Por zonas de producción, el aumento más significativo es el de la selva alta (del 35% al 52%). Esto indica que en la selva se ha producido un proceso de mayor orientación hacia las ventas y el mercado, así como de especialización de los cultivos más importantes, como el café, el cacao, el arroz, el maíz amarillo duro, la palma y los pastos cultivados. Este proceso también implica una pérdida de la diversidad en la cartera de productos, tanto en el nivel de los productores como de los territorios.





## 2. USO AGROPECUARIO DE LA TIERRA Y DEFORESTACIÓN EN LA SELVA

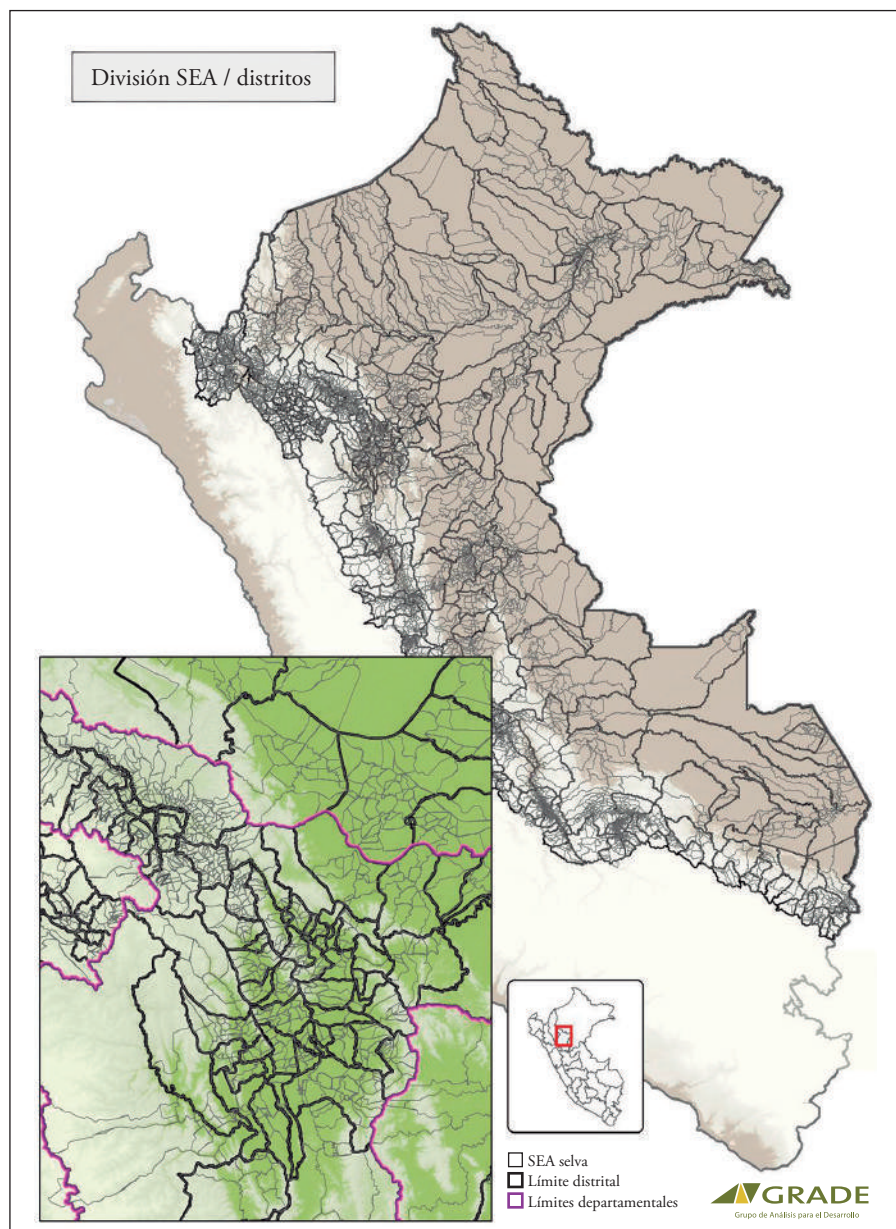
En esta sección se describen las variables, tanto del IV CENAGRO como de otras fuentes, que utilizaremos para caracterizar y relacionar los procesos de expansión agropecuaria con la deforestación durante el periodo 2000 al 2011.

### 2.1. El uso del SEA en el presente estudio

El SEA es una unidad territorial elaborada para facilitar el trabajo de los censos agropecuarios. En el caso del IV CENAGRO, fue totalmente georreferenciada en el conjunto del territorio nacional. Como tal, es una unidad mucho más detallada que la de distrito. Lamentablemente, los SEA del III CENAGRO de 1994 no han sido georreferenciados —tarea que podría cumplirse si se contara con los mapas de campo de ese censo, pero cuyo procesamiento tendría un alto costo—, por lo cual todavía no es posible comparar ambos censos en el nivel de SEA.

Para el ámbito de la selva peruana definido en este estudio, en el IV CENAGRO contamos con más de 6000 SEA, con un promedio de 550 hectáreas de área agropecuaria y de 86 unidades agropecuarias por SEA. En general, los SEA están contenidos en los límites de los distritos, aunque se presentan algunas excepciones a esta norma. La distribución de los SEA y los distritos en el ámbito del estudio de la selva peruana se muestra en el mapa 1.

Mapa 1  
SEA en la selva peruana



Fuente: IV CENAGRO (2012), INEI. Elaboración propia.

## 2.2. La medición de la deforestación

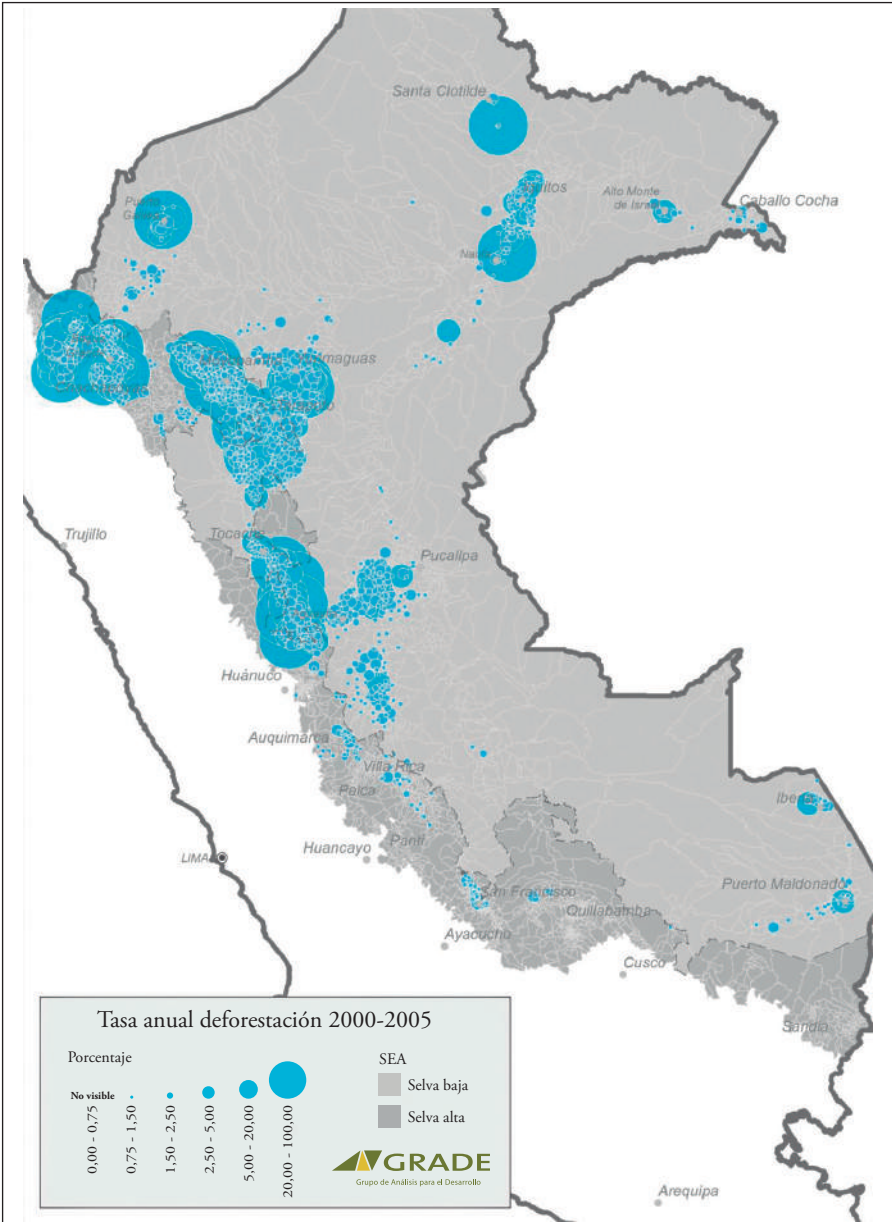
Recientemente, el MINAM ha venido presentando información sistemática y para periodos específicos sobre el proceso de deforestación<sup>10</sup> en la selva peruana, fruto de un análisis de imágenes satelitales y la aplicación de una metodología documentada (MINAM 2014). Esta información se presenta en pixeles de tamaño uniforme, 0,09 hectáreas, que puede ser estructurada a niveles superiores de agregación geográfica como el SEA del IV Censo Agropecuario.

En los mapas 2 al 4 se muestra la tasa anual de deforestación por SEA en cada uno de los tres periodos de medición del MINAM: 2000-2005, 2005-2009 y 2009-2011. Para la elaboración de las variables de tasa de deforestación en los mapas se tomó la cantidad de área deforestada en cada SEA durante el periodo, la cual se dividió entre el área de bosque al inicio del periodo y luego se anualizó.

---

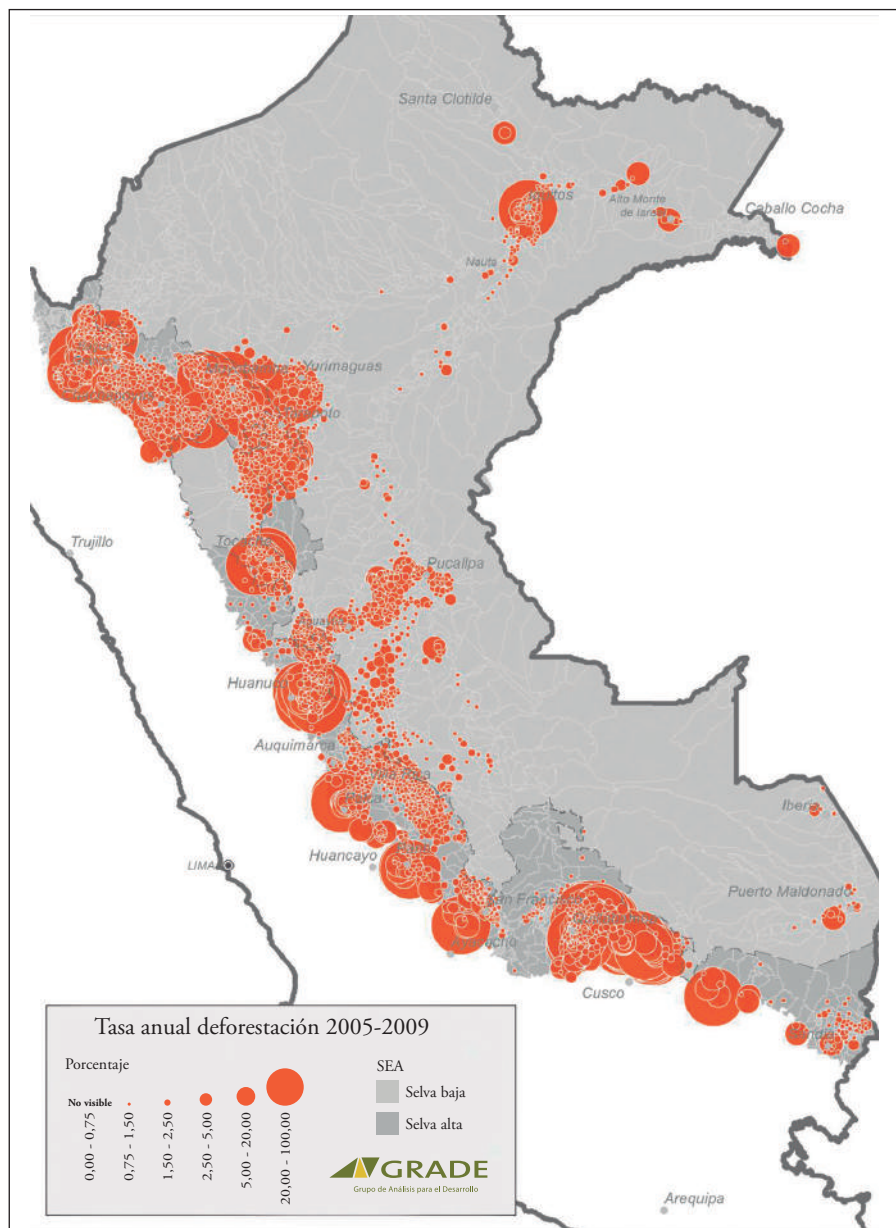
10 En estricto, la metodología identifica el cambio de bosque a no bosque en general, sin distinción entre cambios generados por acción humana (deforestación) y cambios naturales. En este estudio usamos el cambio de bosque a no bosque como medición general de deforestación.

**Mapa 2**  
**SEA y tasa anual de deforestación 2000-2005**



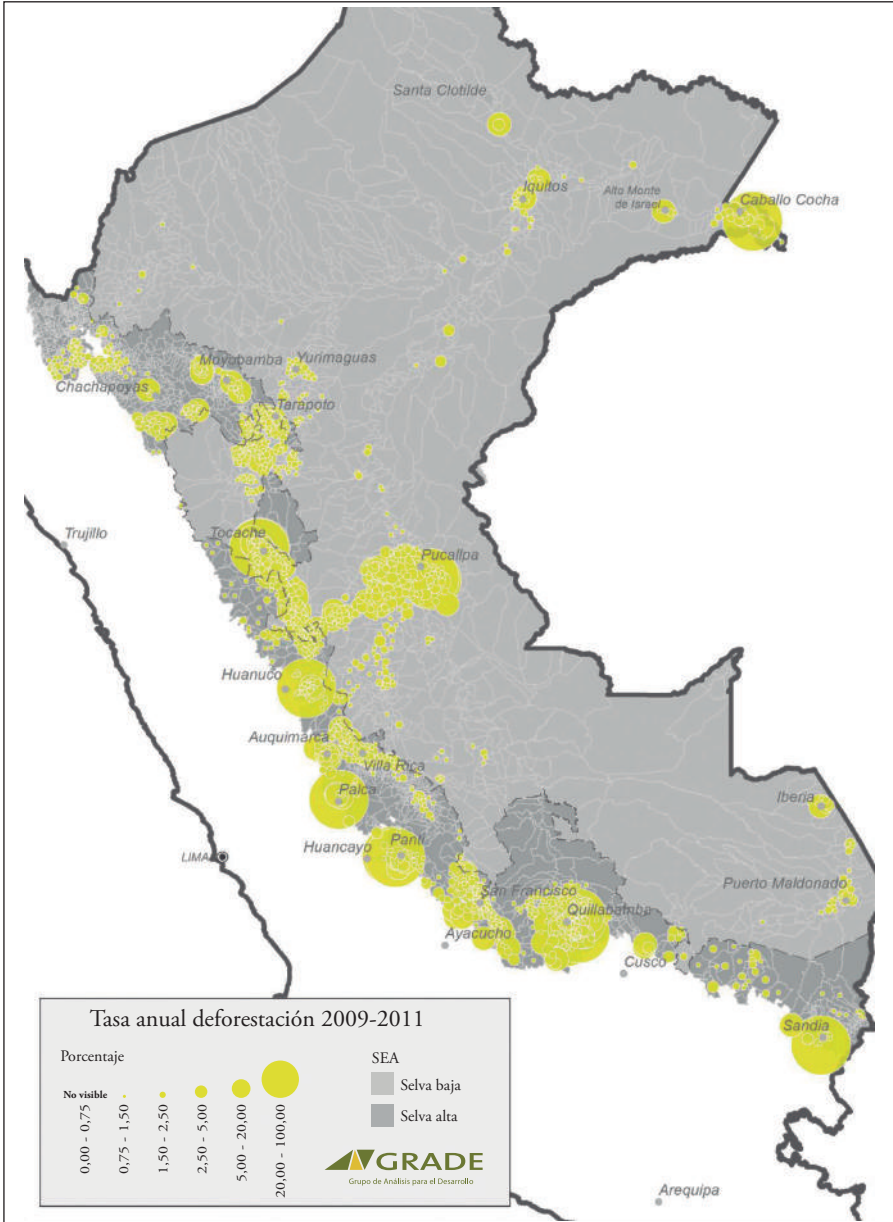
Fuentes: INEI y MINAM. Elaboración propia.

**Mapa 3**  
**SEA y tasas de deforestación 2005-2009**



Fuentes: INEI y MINAM. Elaboración propia.

Mapa 4  
SEA y tasa de deforestación 2009-2011



Fuentes: INEI y MINAM. Elaboración propia.



### 2.3. Variables no agropecuarias

Como se puede ver en los mapas 2 al 4, el proceso de deforestación ha presentado patrones de localización muy específicos en cada periodo. Una parte importante de este estudio es identificar factores que den cuenta de este proceso en la forma más rigurosa y sistemática posible. La literatura acerca del tema (Chomitz y Gray 1996, Deininger y Minten 2002, Mertens y otros 2004, Pfaff 1999) identifica un conjunto de variables potencialmente importantes en los procesos de deforestación: a) variables físicas —alturas, pendientes, calidad del suelo—, b) distancia a mercados —a infraestructura vial, a capitales de provincia o ciudades intermedias—, c) variables institucionales —áreas naturales protegidas, áreas de comunidades, áreas con concesiones— y d) patrones de migración y localización de los grupos humanos.

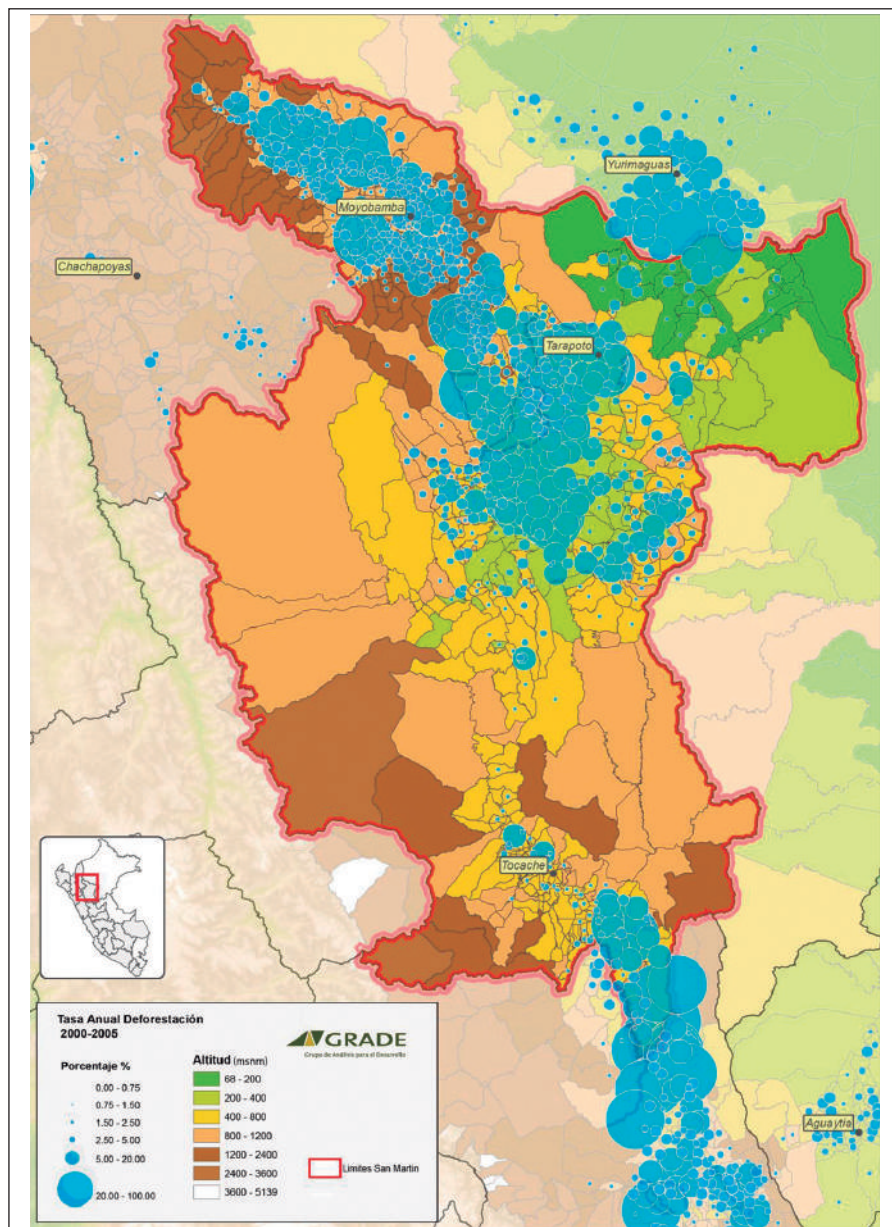
Para los propósitos de este estudio, un requerimiento central para incluir variables es que estas sean medibles en el nivel de SEA. Seguidamente, describimos cómo se han construido y tratado en este estudio algunas de estas variables en el nivel de SEA.

#### *Variables físicas*

Para la altitud utilizamos la variable correspondiente a cada unidad agropecuaria en el censo agropecuario del 2012 y se generó el promedio simple para cada SEA, el que será usado como medida de altitud representativa. En el mapa 5 se observa la relación entre la altura promedio del SEA y las tasas de deforestación durante el periodo 2000-2005 para la selva norte.

En el caso de la pendiente, se utilizó un modelo de elevación (DEM) aplicado a los SEA, el cual permitió generar mediciones de pendientes máximas, mínimas, rango, medias y medianas. Para el análisis usaremos el valor de la mediana de la pendiente como valor representativo del SEA correspondiente. En el mapa 6 se consigna la distribución de la tasa de deforestación durante el periodo 2000-2005 y la mediana de la pendiente de los SEA en la región San Martín, selva norte del país.

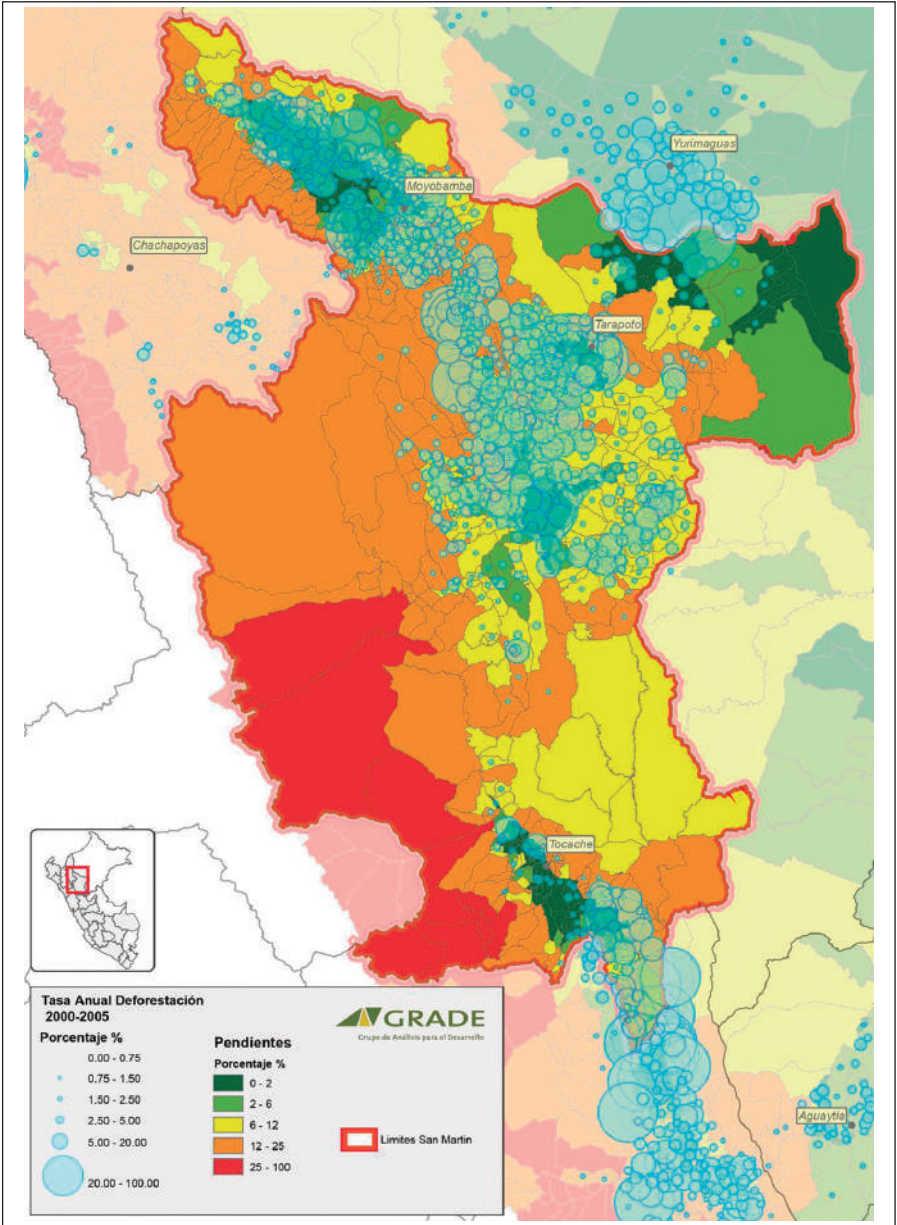
**Mapa 5**  
**Altura y tasas de deforestación 2000-2005 en San Martín**



Fuentes: IV CENAGRO, INEI y MINAM. Elaboración propia.



**Mapa 6**  
**Pendientes y tasas de deforestación 2000-2005 en San Martín**



Fuentes: IV CENAGRO, INEI y MINAM. Elaboración propia.

### *Variables de acceso a mercados*

Se identificaron dos variables para medir el acceso diferenciado a mercados. En primer lugar, se estimó la distancia (euclidiana) de cada SEA a la red vial del 2004 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la cual incluye las redes nacional, departamental y vecinal. Este fue el año más cercano al 2000 al que pudimos acceder, y recoge la situación de la red vial hasta ese momento. La variable de distancia que usaremos es la mínima distancia del SEA a cualquiera de las tres redes: nacional, departamental o vecinal. La relación entre esta distancia y las tasas de deforestación 2000-2005 se presenta en el mapa 9.

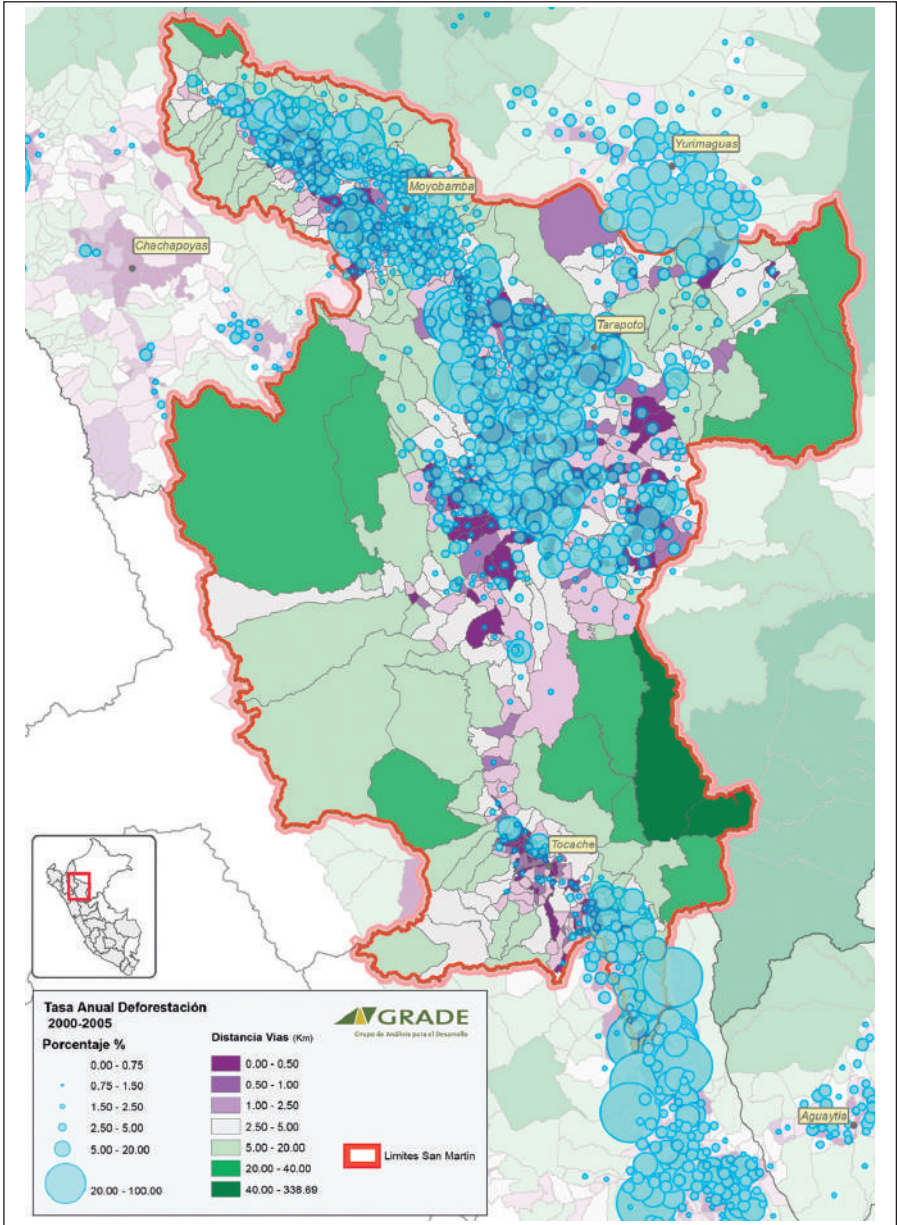
Además, se calculó la distancia (euclidiana) del SEA a la capital provincial más cercana, como una medida de referencia con respecto a un mercado importante de carácter local o regional.

### *Variables institucionales*

Se han considerado tres variables institucionales importantes en la selva peruana, referidas a regímenes de propiedad y acceso al suelo. En primer lugar, se consideran las áreas naturales protegidas (ANP) creadas en las zonas de selva hasta el 2011, para lo cual se ha tomado como fuente la información aportada por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNAMP). En segundo término, las áreas que son de propiedad o están en posesión de comunidades campesinas y nativas, tomadas de los mapas elaborados por el Instituto del Bien Común (IBC). Finalmente, se consideraron las áreas otorgadas por el Estado como concesión forestal o de manejo de flora y fauna hasta el 2011. En los tres casos se consideraron variables dicotómicas cuyo valor es 1 si el SEA tiene alguna de estas formas o restricciones de acceso al suelo, y 0 si no tiene ninguna de estas.

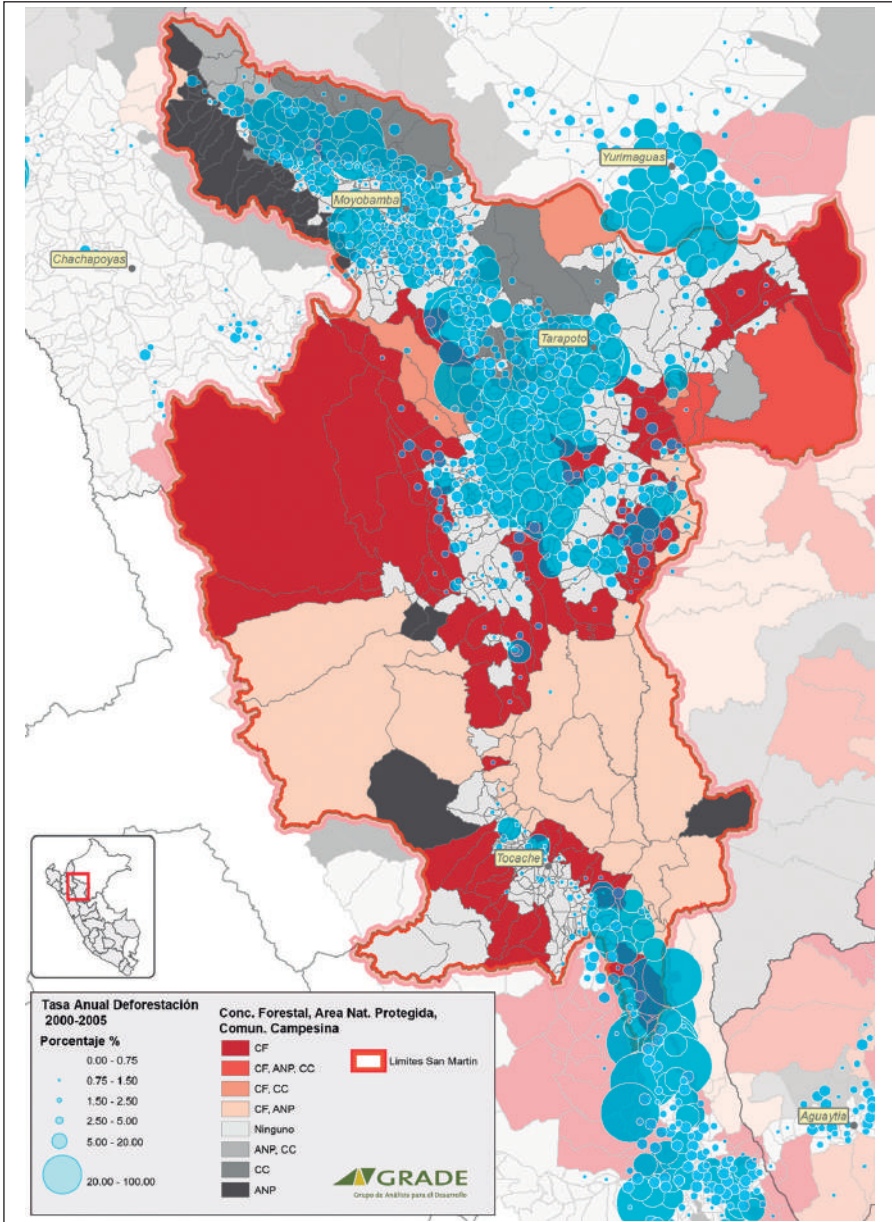
En el mapa 8 se observa la distribución de las distintas formas institucionales y tasas de deforestación en el periodo 2000-2005 para la selva norte.

**Mapa 7**  
**Distancia a vías y tasas de deforestación 2000-2005 en San Martín**



Fuentes: IV CENAGRO, INEI y MINAM. Elaboración propia.

**Mapa 8**  
**Tasas de deforestación y variables institucionales en San Martín**



Fuentes: IV CENAGRO, INEI y MINAM. Elaboración propia.



### *Variables de migración*

Para incorporar los procesos de migración usamos los datos del Censo de Población y Vivienda del 2007. Esta información censal permite saber si, en los últimos cinco años —es decir, desde el 2002—, una persona había migrado al lugar en el que vivía en ese momento (2007). Sobre esa base, se han creado las categorías de migrantes que muestra el cuadro 7.

**Cuadro 7**  
**Categorías de migrantes en el Censo de Población y Vivienda 2007**

Tipo de migrante	Lugar de nacimiento	Lugar de residencia 2002	Lugar de residencia 2007
No migrante	A	A	A
Migrante establecido	A	B	B
Migrante primario	A	A	B
Migrante frecuente	A	B	C
Migrante de retorno	A	B	A

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2007, INEI. Elaboración propia.

En primer lugar están los no migrantes, quienes nacieron en el mismo lugar en el que vivían en el 2007. Luego, los migrantes establecidos, quienes si bien no nacieron en el lugar, vivían ahí desde hace más de cinco años; los migrantes primarios, quienes migraron hace menos de cinco años; los migrantes frecuentes, quienes migraron más de una vez entre el 2002 y el 2007; y por último, los retornantes, quienes nacieron en el lugar, migraron y luego retornaron entre el 2002 y el 2007. Cabe decir que los datos censales de migración solo son agregables en el nivel distrital, mas no en el nivel de SEA, lo cual implica cierto límite para identificar con precisión el impacto de esta variable en un proceso tan localizado como la deforestación.

## 2.4. Variables agropecuarias

Como se mencionó previamente, hubiera sido deseable para este estudio contar con la información censal sobre la dinámica agropecuaria 1994-2012 en el nivel de SEA, pero esto no es posible porque tal unidad no existe en forma georreferenciada para 1994. Por este motivo, solo podremos usar información censal relevante del 2012 a nivel de SEA.

El censo ofrece diversas dimensiones de la actividad agropecuaria que pueden considerarse para el análisis. En este caso, nos concentraremos en tres que nos parecen relevantes desde el punto de vista de la política pública: a) el grado de articulación de los productores al mercado, b) el tamaño de las unidades de explotación y c) el tipo de cultivo o cultivos de los productores.

Igualmente, debido a que la unidad de análisis es el SEA, debemos tomar decisiones sobre la forma de agregar estas dimensiones desde el productor individual a esta unidad geográfica. A continuación se describe el tratamiento de cada una de estas dimensiones.

### *Destino de la producción*

La cédula censal del 2012 indica cuatro opciones de destino principal del área sembrada de cada cultivo del productor: a) venta, b) autoconsumo, c) autoinsumo y d) alimento para animales. Para los fines de nuestro análisis y la decisión de agregación a nivel de los SEA, hemos definido la siguiente cadena de clasificación:

- Destino 1:** Más del 30% del área del SEA alberga cultivos orientados al autoconsumo.
- Destino 2:** Más del 30% del área del SEA alberga cultivos orientados a la venta y el destino no es 1.
- Destino 3:** Más del 40% del área del SEA alberga cultivos orientados a la alimentación de animales o autoinsumo, y el destino no es ni 1 ni 2.

Un pequeño grupo de SEA quedó sin clasificar, pero se observó que estas unidades tenían más similitudes con el grupo 3 (alimento para animales), por lo que fueron ubicadas en este grupo.

La distribución de las categorías y el porcentaje de área con cada tipo de destino se presentan en el cuadro 8.

**Cuadro 8**  
**Clasificación de los SEA según el destino principal de la siembra**

	Venta %	Autoconsumo %	Autoinsumo %	Alimento animales %	N
Destino 1	33,2	57,9	1,1	7,8	1012
Destino 2	85,6	5,6	0,6	8,1	4631
Destino 3	15,6	6,7	3,3	74,4	288
Total	73,3	14,6	0,8	11,3	5931

Fuente: IV Censo Agropecuario 2012, INEI. Elaboración propia.

Como puede verse, la mayor parte de SEA se orientan predominantemente a la venta (4631 SEA, 78% del total); 17% (1012), al autoconsumo; y 5% (288), a la alimentación de animales.

### *Productores según el tamaño de la superficie declarada*

#### *Tamaño de la superficie agropecuaria declarada por los productores*

Para esta variable, clasificamos a los productores de acuerdo con el tamaño de la superficie agropecuaria que declararon. Se definieron cinco tipos: a) < 5 hectáreas, b) 5-20 hectáreas, c) 20-50 hectáreas, d) 50-500 hectáreas y e) > 500 hectáreas.

La cadena de decisión para clasificar los SEA fue la siguiente:

**Tipo 1:** Más del 40% del área está ocupada por productores que han declarado menos de 5 hectáreas.

**Tipo 2:** Más del 40% del área está ocupada por productores que han declarado de 5-20 hectáreas y no son del tipo 1.

- Tipo 3:** Más del 40% del área está ocupada por productores que han declarado de 20-50 hectáreas y no son del tipo 1 ni 2.
- Tipo 4:** Más del 30% del área está ocupada por productores que han declarado de 50-500 hectáreas y no son del tipo 1, 2 ni 3.
- Tipo 5:** Más del 30% del área está ocupada por productores que han declarado más de 500 hectáreas y no son del tipo 1, 2, 3 ni 4.

Una pequeña fracción de SEA no pudo ser clasificada, pero se observó que esas unidades tenían mayor similitud con el tipo 2, por lo que se ubicaron en dicho grupo. La estructura final de clasificación de los SEA se muestra en el cuadro 9.

### Cuadro 9

#### Clasificación de los SEA según el tamaño de la superficie agropecuaria declarada por los productores

	< 5 ha (%)	5-20 ha (%)	20-50 ha (%)	50-500 ha (%)	> 500 ha (%)	N
Tipo 1	64	30	4	1	0	1249
Tipo 2	20	51	22	7	0	2380
Tipo 3	6	22	51	20	1	685
Tipo 4	8	17	20	52	3	930
Tipo 5	3	6	4	4	83	772
Total	23	32	19	14	11	6016

Fuentes: IV Censo Agropecuario 2012 e INEI. Elaboración propia.

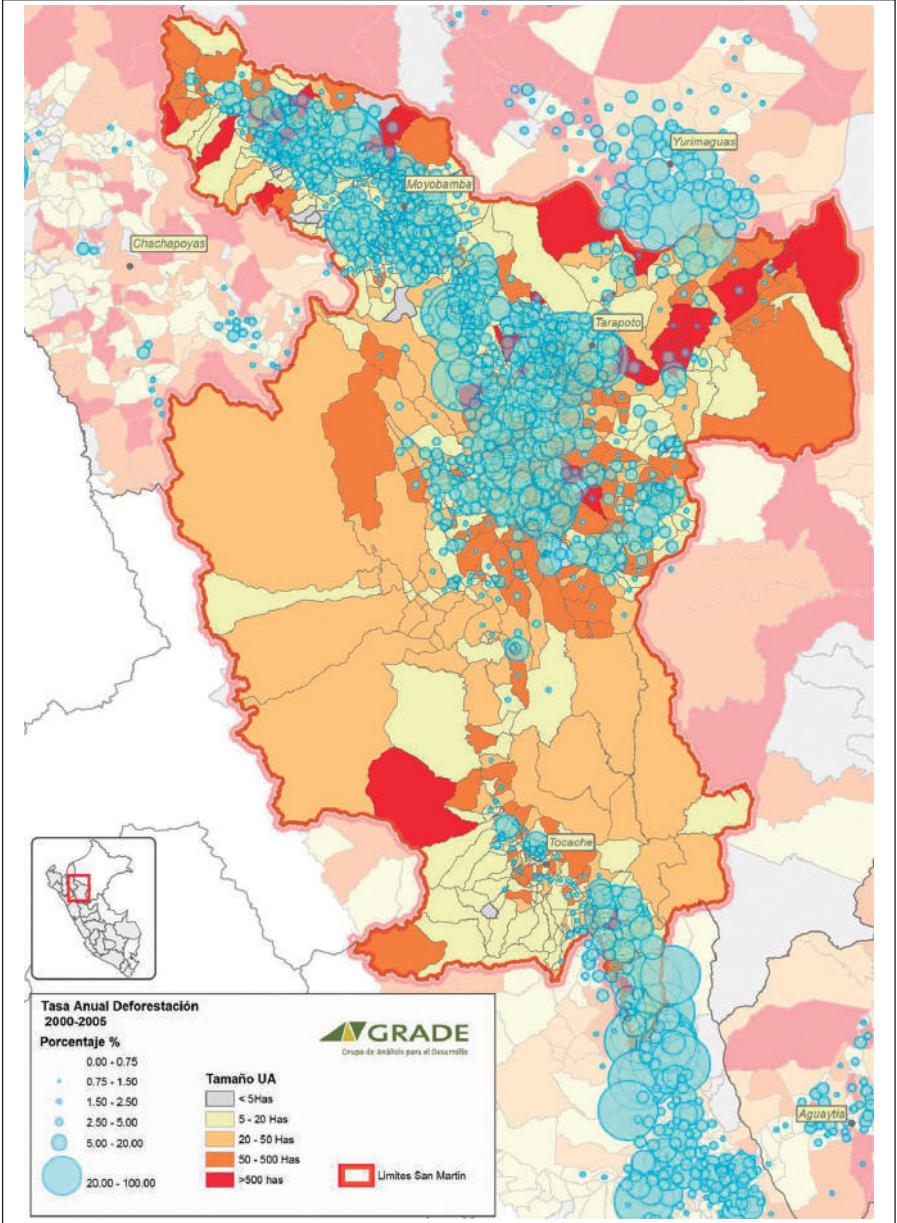
Como se puede ver, no es posible generar una clasificación perfecta de los SEA debido a la heterogeneidad de superficies que han declarado los productores; por ejemplo, el 64% del área es del tipo 1, compuesto por productores que han declarado manejar menos de 5 hectáreas, pero hay un 30% bajo control de los que han declarado de 5-20 hectáreas. No obstante, sí es posible afirmar que en cada tipo de SEA existe una predominancia de productores con cierto tamaño de terrenos (medido en función del área que ellos ocupan en el SEA), y eso es lo que muestra la clasificación.

En el mapa 9 se observa la relación entre el tamaño predominante de los SEA y la tasa de deforestación entre el 2000 y el 2005.



### Mapa 9

### Tasas de deforestación y tamaño predominante de los SEA en San Martín



Fuentes: IV CENAGRO, INEI y MINAM. Elaboración propia.

### *Tipos de cultivos de los productores*

Para generar una clasificación manejable de los cultivos predominantes de los productores agropecuarios de la selva, se identificaron los 20 cultivos con mayor área sembrada en el censo del 2012. Luego se agruparon algunos cultivos en la categoría *frutales* y otros en la categoría *pastos cultivados*. Se mantuvieron los siguientes cultivos: café, cacao, arroz, yuca, maíz, pastos cultivados, frutales, coca, palma y otros (que agrupa cultivos del ranking de 20 que no han sido considerados).

- Cultivo tipo 1:** Si el área sembrada con café es  $\geq 60\%$ .
- Cultivo tipo 2:** Si el área sembrada con cacao es  $\geq 30\%$  y el cultivo tipo no es tipo 1.
- Cultivo tipo 3:** Si el área sembrada con arroz es  $\geq 30\%$  y el cultivo tipo no es tipo 1 ni 2.
- Cultivo tipo 4:** Si el área sembrada con yuca es  $\geq 30\%$  y el cultivo tipo no es tipo 1, 2 ni 3.
- Cultivo tipo 5:** Si el área sembrada con maíz es  $\geq 30\%$  y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3 ni 4.
- Cultivo tipo 6:** Si el área sembrada con pasto cultivado es  $\geq 40\%$  y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4 ni 5.
- Cultivo tipo 7:** Si el área sembrada con frutales es  $\geq 30\%$  y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4, 5 ni 6.
- Cultivo tipo 8:** Si el área cultivada con coca es  $\geq 15\%$  y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6 ni 7.
- Cultivo tipo 9:** Si el área cultivada con palma es  $\geq 20\%$  y el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ni 8.
- Cultivo tipo 10:** Si el cultivo tipo no es tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ni 9.

En el cuadro 10 se muestra la clasificación según tipo de cultivo.

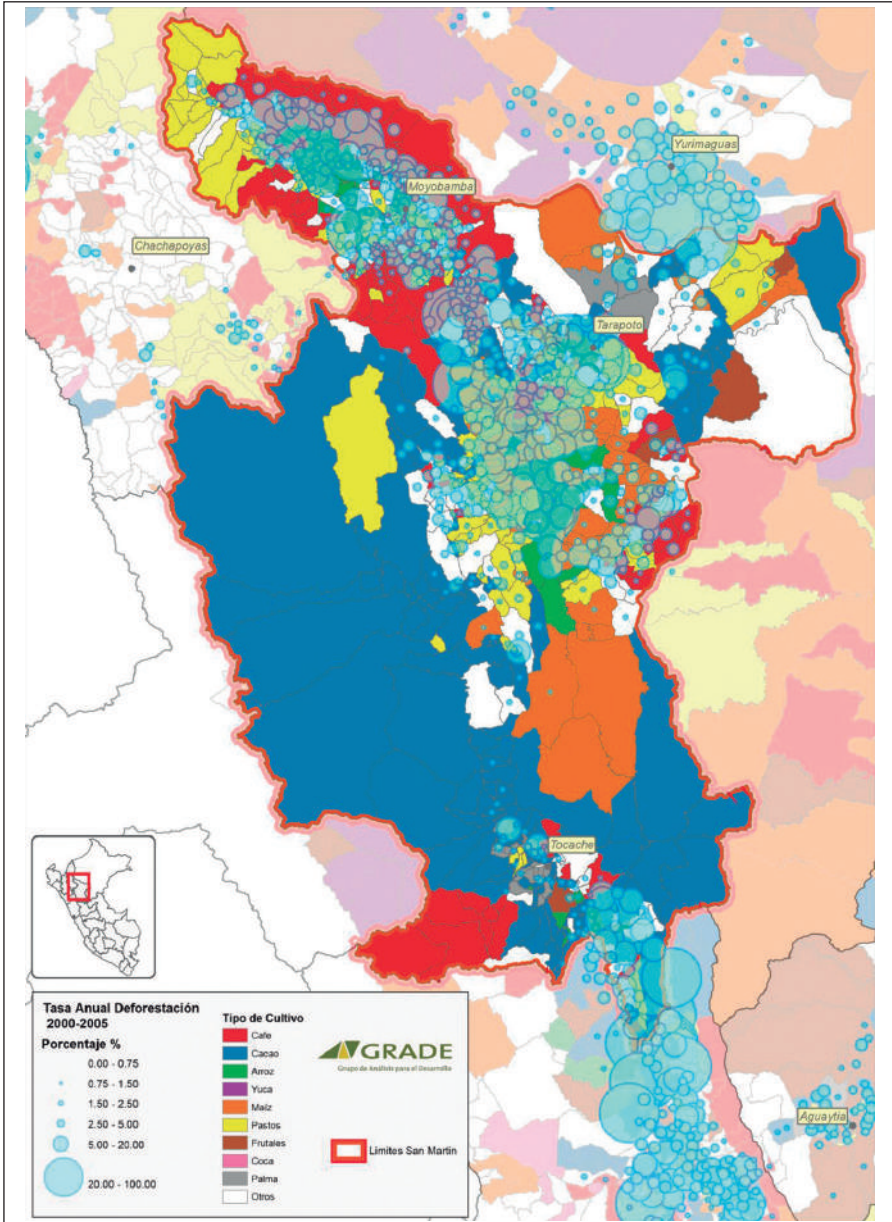
**Cuadro 10**  
**Clasificación de los SEA por tipo de cultivo predominante**

	Café (%)	Cacao (%)	Arroz (%)	Yuca (%)	Maíz (%)	Pastos (%)	Frutales (%)	Coca (%)	Palma (%)	Otros (%)	N
Cultivo tipo 1	82,2	2,1	0,3	1,3	2,6	3,2	4,2	1,5	0	2,5	1471
Cultivo tipo 2	13,7	50,5	2,0	4,5	4,6	3,5	11,0	4,8	1,4	4,0	720
Cultivo tipo 3	5,0	4,1	60,2	5,0	9,6	5,8	7,1	0	0,3	2,9	230
Cultivo tipo 4	0,9	2,4	5,0	40,0	15,8	0,7	27,5	0,4	0,2	7,1	301
Cultivo tipo 5	3,3	2,7	3,8	6,7	46,0	3,0	15,4	0,1	0,1	19,0	578
Cultivo tipo 6	14,7	3,7	2,1	2,0	4,9	63,0	4,5	0	1,1	3,9	569
Cultivo tipo 7	9,1	5,0	3,1	10,6	10,2	1,9	50,6	0,4	0,2	8,9	689
Cultivo tipo 8	39,9	9,2	0,2	1,7	2,0	0	5,8	34,6	0	6,6	117
Cultivo tipo 9	0,8	11,5	3,0	3,5	3,5	7,5	6,8	0,1	56,5	6,8	74
Cultivo tipo 10	19,7	6,1	2,8	5,0	10,1	7,2	9,2	0,5	0,2	39,1	1267
Total	28,9	9,7	4,5	6,3	10,7	9,6	14,0	1,8	1,1	13,4	6016

Fuente: IV Censo Agropecuario 2012, INEI. Elaboración propia.

En el mapa 10 se registran los tipos de SEA por cultivo predominante y los procesos de deforestación ocurridos entre el 2000 y el 2005 en la selva norte.

**Mapa 10**  
**Tipos de cultivo y deforestación 2000-2005 en San Martín**



Fuentes: IV CENAGRO, INEI y MINAM. Elaboración propia.

### 3. RELACIÓN ENTRE DEFORESTACIÓN Y USO DEL SUELO AGROPECUARIO

En esta parte del texto proponemos y estimamos un modelo de deforestación en el cual relacionamos, en el nivel de SEA, la variable *deforestación* con las variables *físicas*, de *acceso a mercados*, *institucionales*, de *migración* y de *uso del suelo para fines agropecuarios*.

#### 3.1. Modelo de deforestación

Existe una amplia literatura de base que analiza la relación entre deforestación y una serie de dimensiones importantes, como Carr y otros 2005, Deininger y Minten 2002, Kerr y otros 2002, Nelson y Hellerstein 2001, y Rosero-Bixby y Palloni 1998. Un modelo general puede resumirse en la siguiente ecuación:

$$\text{deforestación} = a + \underline{b} * V\_Físicas + \underline{c} * V\_Mercado + \underline{d} * V\_Instit + \underline{e} * V\_Migr + \underline{f} * V\_Agricul + u \quad (1)$$

Donde *deforestación* es la tasa anual (en porcentaje) de deforestación en el SEA para cada periodo analizado; *a* es una constante, y  $\underline{b}, \underline{c}, \dots, \underline{f}$  son vectores de coeficientes para cada variable dentro del tipo de variable analizada. La variable *u* es un término aleatorio no correlacionado con las variables independientes del modelo, con valor esperado igual a cero y varianza constante.

Para las variables físicas (altitud, pendiente) y de acceso a mercados (distancias) usaremos en la estimación formas cuadráticas que reflejarán relaciones no lineales de estas variables con la tasa de deforestación. Igualmente, incluiremos variables dicotómicas para cada departamento, en

la medida en que pueden mostrar distintas tasas medias de deforestación en cada periodo analizado.

Debido a que la variable de deforestación del MINAM corresponde solo al cambio de bosque a no bosque (deforestación<sup>11</sup>), esta no considera procesos de reforestación o recrecimiento del bosque por factores naturales o de acción humana. Por este motivo, consideramos que la variable dependiente en (1) está truncada en 0 y usaremos un modelo del tipo Tobit para las estimaciones (Deininger y Minten 2002). Tomando en cuenta las importantes diferencias en el comportamiento de la deforestación y la actividad agropecuaria entre la selva alta y la selva baja, haremos estimaciones separadas para cada una de estas zonas.

### 3.2. Descripción de las variables utilizadas para la estimación

En el cuadro 11 se presentan los valores medios y las desviaciones estándar de las variables que usaremos para las estimaciones, y por zonas de selva baja y selva alta. Como se puede ver, los valores medios de las tasas anuales de deforestación son crecientes en la selva baja para los tres periodos analizados: 1,40%, 1,69% y 2,31%. En el caso de la selva alta, la tasa de deforestación del periodo 2005-2009 fue mucho más pronunciada (3,23%) que la observada para los periodos 2000-2005 (1,15%) y 2009-2011 (1,10%).

Igualmente, se pueden notar otros rasgos importantes y diferenciados de las dos grandes zonas analizadas. La selva baja, como su nombre indica, tiene una altitud promedio mucho más baja que la de la selva alta, y también una pendiente de solo 5%, versus casi 20% para la selva alta.

En términos de las variables relacionadas con el acceso a mercados, se ve que las condiciones son mucho más adversas en la selva baja, donde la distancia promedio a la red vial es de 21 kilómetros, versus solo 2,4 kilómetros para la selva alta. Igualmente, la distancia a la capital provincial

---

11 En términos del análisis de regresión presentado en esta sección, la distinción no es importante, en la medida en que es esperable que cualquier cambio por razones naturales en la cobertura de bosque tenga una distribución aleatoria en el territorio, subsumida en el término aleatorio y no relacionada con las variables independientes del modelo (1) por estimar.

más cercana es casi el doble (4,11 kilómetros) en la selva alta que en la selva baja (2,5 kilómetros).

Con respecto a las variables institucionales, en las tres variables se observa que la selva alta tiene mayor importancia que la selva baja. Así, un 15% de los SEA están ubicados en ANP, mientras solo un 5,6% para la selva baja. Las comunidades tienen presencia en 34% de los SEA de la selva alta, mientras este porcentaje es de 15% en la selva baja. Por último, las concesiones forestales inciden en 23% de los SEA de la selva alta y únicamente en el 4% de los SEA de la selva baja.

No se observan grandes diferencias en los patrones de migración entre selva alta y selva baja, pero hay que recordar que esta variable solo puede ser medida en el nivel de los distritos y estos son de distinto tamaño en la selva alta que en la baja.

### Cuadro 11

#### Variables descriptivas usadas en la estimación del modelo de deforestación

	Selva baja		Selva alta		Total	
	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
<b>A. NO AGROPECUARIAS</b>						
<b>Tasas anuales deforestación</b>						
Deforestación 2000-2005	1,40	3,27	1,15	3,76	1,25	3,57
Deforestación 2005-2009	1,69	3,53	3,23	8,19	2,62	6,77
Deforestación 2009-2011	2,31	6,21	1,10	4,54	1,58	5,30
<b>Geográficas</b>						
Altitud SEA (promedio)	372,12	347,59	1704,49	849,13	1172,96	952,50
Pendiente (mediana)	5,08	5,71	18,84	7,63	13,35	9,67
<b>Acceso a mercados</b>						
Distancia a la cap. provincial (km)	4,11	6,89	2,54	4,62	3,17	5,69
Distancia a la red vial (km)	21,28	47,46	2,40	3,71	9,93	31,50
<b>Institucionales (<i>dummies</i>)</b>						
Área natural protegida	14,8%	35,5%	5,6%	23,0%	9,3%	29,0%
Comunidad	34,4%	47,5%	14,6%	35,3%	22,5%	41,7%
Concesión forestal	23,2%	42,2%	3,9%	19,3%	11,6%	32,0%
<b>Migración (migrantes distrito)</b>						
Migr. establecido	4290	6182	4987	5856	4709	5997
Migr. primario	1092	1845	937	1164	999	1476
Migr. frecuente	775	1311	588	847	663	1060
Migr. retorno	481	802	346	428	400	609
Observaciones	2400		3616		6016	



	Selva baja		Selva alta		Total	
	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
<b>B. AGROPECUARIAS</b>						
<b>Destino de la siembra</b>						
Autoconsumo	29,4%	45,6%	10,8%	31,1%	18,2%	38,6%
Venta	63,1%	48,3%	86,2%	34,5%	77,0%	42,1%
Alim. animales	7,5%	26,4%	3,0%	16,9%	4,8%	21,4%
<b>Tamaño predominante</b>						
< 5 ha	15,5%	36,2%	24,3%	42,9%	20,8%	40,6%
5-20 ha	27,4%	44,6%	47,6%	50,0%	39,6%	48,9%
20-50 ha	18,9%	39,1%	6,4%	24,5%	11,4%	31,8%
50-500 ha	19,5%	39,6%	12,8%	33,4%	15,5%	36,2%
> 500 ha	18,7%	39,0%	8,9%	28,5%	12,8%	33,4%
<b>Tipos de cultivo</b>						
Café	7,1%	25,7%	36,0%	48,0%	24,5%	43,0%
Cacao	15,2%	35,9%	9,8%	29,8%	12,0%	32,5%
Arroz	4,6%	20,9%	3,3%	17,9%	3,8%	19,2%
Yuca	11,6%	32,1%	0,6%	7,8%	5,0%	21,8%
Maíz	14,0%	34,7%	6,7%	25,0%	9,6%	29,5%
Pastos	12,3%	32,9%	7,5%	26,4%	9,5%	29,3%
Frutales	17,6%	38,1%	7,4%	26,1%	11,5%	31,8%
Coca	0,0%	2,0%	3,2%	17,6%	1,9%	13,8%
Palma	3,1%	17,3%	0,0%	0,0%	1,2%	11,0%
Otros	14,5%	35,2%	25,4%	43,6%	21,1%	40,8%

	Selva baja		Selva alta		Total	
	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
Amazonas	5,9%	23,5%	13,7%	34,4%	10,6%	30,8%
Ayacucho	0,1%	2,9%	5,4%	22,7%	3,3%	17,9%
Cajamarca	0,6%	7,6%	13,8%	34,5%	8,5%	27,9%
Cusco	0,4%	6,1%	18,4%	38,7%	11,2%	31,5%
Huancavelica	0,0%	0,0%	1,0%	9,9%	0,6%	7,7%
Huánuco	6,9%	25,4%	8,7%	28,2%	8,0%	27,1%
Junín	3,0%	17,1%	16,2%	36,9%	10,9%	31,2%
La Libertad	0,0%	0,0%	0,2%	4,1%	0,1%	3,2%
Loreto	33,8%	47,3%	0,0%	0,0%	13,5%	34,2%
Madre de Dios	5,0%	21,8%	0,0%	0,0%	2,0%	14,0%
Pasco	3,7%	18,9%	3,7%	18,9%	3,7%	18,9%
Piura	0,2%	4,1%	1,9%	13,5%	1,2%	10,8%
Puno	0,1%	2,9%	4,1%	19,8%	2,5%	15,5%
San Martín	24,1%	42,8%	13,0%	33,7%	17,4%	37,9%
Ucayali	16,3%	37,0%	0,0%	0,0%	6,5%	24,7%
Observaciones	2400		3616		6016	

Fuentes: IV CENAGRO2012, MINAM, IBC, y modelos GIS, MTC y CPV 2007.

Elaboración propia.



En cuanto a las características agropecuarias, estas reflejan algunos rasgos ya discutidos en la primera sección. Por ejemplo, la orientación hacia la venta de los cultivos es más marcada en la selva alta que en la selva baja, y en esta última, la orientación hacia la alimentación de animales muestra cierta importancia. Igualmente, en la selva alta la distribución de la tierra agropecuaria se orienta sobre todo hacia los segmentos de menos de 20 hectáreas, mientras que en la selva baja los segmentos más grandes muestran mayor preponderancia. En términos de cultivos, la selva alta se caracteriza por tener mucha más producción de café, coca y otros cultivos que la selva baja. Esta última presenta una mayor diversificación de cultivos, entre los que destacan el cacao, el maíz, los pastos cultivados, los frutales y la palma aceitera.

### 3.3. Resultados generales de las estimaciones

En el cuadro 12 se presentan los resultados de la estimación para cada zona y periodo.

**Cuadro 12**  
**Estimaciones Tobit de modelo de deforestación**  
**por zona y por periodo de referencia**

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
<b>Físicas</b>						
Altitud	0,000	-0,001	0,000	0,0058***	0,0023***	0,0035**
	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,002
Altitud 2	0,000	0,0000*	-0,0000**	-0,0000***	-0,0000***	-0,0000**
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pendiente	0,2035	-0,065	-0,074	-0,4819***	-0,0754*	0,1451*
	-0,040	-0,084	-0,065	-0,046	-0,052	-0,099
Pendiente 2	0,0060***	0,001	-0,001	0,0127***	0,000	-0,0123***
	-0,001	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,005
<b>Acceso a mercados</b>						
Distancia cap. prov.	-0,014	-0,0731***	0,0398*	-0,012	-0,015	-0,0371**
	-0,016	-0,034	-0,026	-0,010	-0,011	-0,021

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
Distancia vías	-0,1103*** -0,039	-0,5529*** -0,082	0,2494*** -0,065	-0,0091*** -0,004	-0,0114*** -0,005	-0,008 -0,009
Distancia vías 2	0,0030*** -0,001	0,0158*** -0,003	-0,0097*** -0,003	0,0001*** 0,000	0,0000*** 0,000	0,000 0,000
<b>Institucionales</b>						
Área natural protegida	-0,068 -0,304	-0,394 -0,644	-0,477 -0,487	-0,106 -0,182	-0,4449*** -0,205	-0,8702*** -0,378
Comunidad	0,014 -0,226	-0,9217** -0,479	1,1495*** -0,351	-0,5038*** -0,167	-0,4974*** -0,188	-0,7759*** -0,347
Concesión forestal	0,204 -0,356	0,017 -0,756	-0,509 -0,554	-0,6417*** -0,159	-0,5976*** -0,179	-0,7074*** -0,330
<b>Migración</b>						
Migr. establecido	-0,0002*** 0,000	0,000 0,000	-0,0002*** 0,000	0,000 0,000	0,000 0,000	0,0003*** 0,000
Migr. primario	0,0008*** 0,000	-0,001 -0,001	0,000 -0,001	0,0007*** 0,000	0,000 0,000	0,0017*** -0,001
Migr. frecuente	-0,0012*** 0,000	0,0030*** -0,001	0,0017*** -0,001	0,000 0,000	0,000 0,000	-0,0020*** -0,001
Migr. retorno	0,0025*** -0,001	-0,0045*** -0,001	-0,0014* -0,001	-0,0007** 0,000	0,000 0,000	-0,0026*** -0,001
<b>Agropecuarias</b>						
<i>Destino de las siembras</i>						
Venta	-0,140 -0,284	1,4620*** -0,597	0,255 -0,513	0,3334*** -0,165	0,243 -0,186	0,083 -0,343
Alim. animales	-0,517 -0,481	1,134 -1,009	0,182 -0,798	0,151 -0,370	0,150 -0,417	-0,140 -0,766
<i>Tamaño del área cultivada por el productor</i>						
< 5 ha	-0,149 -0,302	0,360 -0,642	-0,151 -0,491	0,333 -0,238	0,241 -0,268	-1,7453*** -0,496
5-20 ha	-0,363 -0,275	0,265 -0,585	0,356 -0,436	0,164 -0,186	0,214 -0,210	-1,1310*** -0,385
50-500 ha	-0,330 -0,315	-0,135 -0,669	0,019 -0,503	-0,004 -0,197	0,3568* -0,222	-1,1891*** -0,407
> 500 ha	-0,6908*** -0,347	1,3030** -0,737	-0,364 -0,573	-0,052 -0,222	-0,052 -0,250	-1,4084*** -0,460
<i>Tipo de cultivo</i>						
Café	-0,121 -0,198	-0,601 -0,418	0,437 -0,323	-0,5990** -0,320	1,2124*** -0,358	-0,503 -0,663
Cacao	-0,267 -0,302	-2,1218*** -0,640	0,8729** -0,494	0,6382*** -0,236	0,000 -0,266	-0,8245** -0,489
Arroz	0,053 -0,435	0,866 -0,921	-0,535 -0,667	-0,028 -0,330	1,0674*** -0,372	2,7533*** -0,685
Yuca	-0,765 -0,907	1,053 -1,925	0,938 -1,461	0,5935*** -0,258	0,172 -0,291	0,615 -0,536
Maíz	-0,345 -0,312	3,1069*** -0,651	-1,0976** -0,581	-0,083 -0,231	0,5199*** -0,260	0,579 -0,480
Pastos	-0,128 -0,295	0,213 -0,623	-0,6677* -0,455	0,5614** -0,304	0,5516* -0,343	-0,432 -0,630

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
Frutales	-0,7022*** -0,296	-0,012 -0,626	0,215 -0,483	-0,145 -0,225	-0,061 -0,254	0,8766** -0,466
Coca	-0,554 -0,411	1,6570** -0,867	0,487 -0,733	-0,371 -2,886	2,697 -3,253	-3,214 -5,966
Palma	- -	- -	- -	1,4705*** -0,390	1,8915*** -0,439	-1,5484** -0,811

\* p<0,15, \*\* p<0,1, \*\*\*p<0,05

Igualmente, en el cuadro 13 se presentan los coeficientes estimados para cada departamento y algunas variables descriptivas de las estimaciones.

**Cuadro 13**  
**Coefficientes de departamentos**  
**(con las mismas regresiones que el cuadro 12)**

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
Amazonas	-0,4473* -0,2984	1,0903** -0,6316	2,3969*** -0,4879	0,4032 -0,4522	0,4034 -0,5098	1,2522 -0,9446
Ayacucho	1,6325*** -0,3857	-0,154 -0,8227	-0,6416 -0,6562	0,2112 -2,2076	-0,7966 -2,4861	5,8332 -4,5912
Cajamarca	-1,1631*** -0,2866	0,204 -0,6093	3,3996*** -0,467	0,7285 -0,9509	2,6967*** -1,0494	-3,9781* -2,5222
Cusco	0,2342 -0,2712	5,9415*** -0,5711	-2,4481*** -0,4878	1,9795** -1,1377	-0,3709 -1,2778	-2,1283 -2,8631
Huancavelica	0,0249 -0,7014	0,2404 -1,4909	-2,2536 -1,8292	- -	- -	- -
Huánuco	-0,5663** -0,3165	2,6382*** -0,6655	1,3958*** -0,5329	1,0767*** -0,4439	0,4828 -0,4999	3,8780*** -0,9218
La Libertad	-0,0133 -1,6782	0,4795 -3,5619	-31,6711 0,0000	- -	- -	- -
Loreto	- -	- -	- -	-0,5666 -0,4515	0,416 -0,5086	0,6792 -0,9397
Madre de Dios	- -	- -	- -	-0,411 -0,5083	-0,5779 -0,5731	-0,0125 -1,0511
Pasco	0,8869*** -0,4041	-0,2541 -0,8562	3,5420*** -0,6417	0,2079 -0,4955	0,8096* -0,5586	1,1263 -1,0293
Piura	-1,1151*** -0,5526	-1,4228 -1,1711	4,4117*** -0,8741	- -	- -	- -
Puno	0,2131 -0,3853	-0,7912 -0,8191	-0,4245 -0,6791	14,9982*** -4,3843	8,8365** -4,7726	-14,5643 0
San Martín	-1,4439*** -0,329	-1,0192* -0,6931	3,5888*** -0,5119	1,4308*** -0,4124	2,2744*** -0,4647	3,9421*** -0,8584

	Selva alta			Selva baja		
	2000-2005	2005-2009	2009-2011	2000-2005	2005-2009	2009-2011
Ucayali	-	-	-	1,1996***	0,6167	1,083
	-	-	-	-0,4375	-0,4931	-0,9106
Constante	3,7462***	2,1129*	-0,108	0,7033	0,3336	0,8593
	-0,6739	-1,4236	-1,1123	-0,5522	-0,6208	-1,1505
Sigma (tobit)	3,7744***	8,0122***	5,5905***	2,8676***	3,2325***	5,9278***
	-0,0462	-0,0974	-0,0838	-0,0419	-0,0471	-0,088
Observaciones	3616	3616	3616	2400	2400	2400
Truncadas	259	205	1,334	47	39	119
No truncadas	3357	3411	2282	2353	2361	2281
Chi <sup>2</sup>	297,7	420,2	815,4	683,6	467,1	388,9
R2_p	0,016	0,017	0,05	0,055	0,037	0,026

\*  $p < 0,15$ , \*\*  $p < 0,1$ , \*\*\*  $p < 0,05$

En conjunto, se pueden resumir los siguientes resultados más importantes —las implicancias de los signos y magnitudes de los coeficientes se discuten en el acápite siguiente—:

- La variable de altitud es significativa solo para la selva alta y en los tres periodos analizados.
- La variable de pendiente es importante en la selva alta en todos los periodos. En la selva baja aparece como significativa únicamente en el periodo 2000-2005.
- Las variables de acceso al mercado relacionadas con la distancia a la red vial (red existente hasta el 2004) aparecen como significativas para la selva alta y la selva baja, y en todos los periodos —excepto en el más reciente, 2009-2011, para la selva baja—. Esto indica que la ubicación de las vías sí ha sido un factor clave causal en los procesos de deforestación de la selva peruana.
- Las variables institucionales son muy importantes en (reducir) la deforestación en la selva baja y para los tres periodos de análisis; en la selva alta solo aparece como significativa la presencia de comunidades.
- No se observa un patrón claro o relevante entre los procesos migratorios y la deforestación, aunque esto puede deberse a que esta es la única variable que solo pudo medirse en el nivel de distrito.

- En cuanto a las variables agropecuarias, se observan algunos coeficientes significativos de la orientación hacia las ventas en periodos específicos, tanto en la selva alta como en la selva baja, así como de mayor impacto en deforestación de los SEA con predominancia de tamaños más grandes de áreas cultivadas (más de 50 hectáreas).
- Las estimaciones indican algunos impactos específicos de tipos de cultivo predominantes en los SEA que han tenido más impacto deforestador en los periodos analizado. Algunos cultivos —como el café, el cacao, el arroz, el maíz, la yuca, la coca, la palma y los frutales— aparecen con signo positivo significativo en periodos específicos, aunque en algunos casos el signo cambia de un periodo a otro.
- Algunas regiones muestran mayores tasas medias de deforestación —controlando por todas las variables del modelo—, y para ciertos periodos y por zonas. Por ejemplo, la selva alta de Amazonas y Huánuco muestra crecientes tasas de deforestación media entre el 2005 y el 2011. La selva alta de Cusco muestra una tasa muy alta de deforestación en el periodo 2005-2009, así como la de Cajamarca, Pasco y San Martín para el periodo 2009-2011. Por otro lado, la selva baja de San Martín muestra las tasas más altas de deforestación, la cual es creciente en los tres periodos; así, esta zona se ha convertido en la que presenta la mayor expansión del proceso deforestador en la selva peruana.<sup>12</sup>

### 3.4. Análisis específico de la deforestación en el periodo 2005-2009

En el análisis general presentado previamente se aplicó el mismo modelo a los tres periodos: 2000-2005, 2005-2009 y 2009-2011. Cabe señalar que, en cada caso, existen algunas limitaciones que es necesario considerar. Para el primer periodo, 2000-2005, la principal dificultad es la temporalidad de una parte de las variables consideradas, lo que puede generar problemas

---

12 Esto es consistente con la fuerte expansión agropecuaria de San Martín descrita en la primera sección de este capítulo.

de endogeneidad en las estimaciones. Este sería el caso de la variable de distancia a la red vial que se aplicó para la red existente en el 2004, con lo que la expansión de la red del periodo 2000-2004 puede ser más un efecto causado por la deforestación antes que ir en la otra dirección de causalidad.<sup>13</sup> Igualmente, y quizá más problemático, la información de tipificación agropecuaria se basa en datos del censo del 2012, que están a más de una década del año inicial del periodo 2000-2005. En este caso, asumir que las condiciones agropecuarias han permanecido estables durante todo el periodo puede ser muy restrictivo.

Una alternativa para este último problema podría ser utilizar el periodo 2009-2011, que es mucho más cercano a los datos del censo agropecuario del 2012. No obstante, medir la deforestación de solo dos años es bastante limitado como para poder considerar efectos más persistentes del proceso agrario en este fenómeno.

Por estos motivos, consideramos que el modelo aplicado para el periodo 2005-2009 puede ser el más robusto y consistente para generar algunas conclusiones sobre la relación entre la deforestación y los diversos factores considerados en el modelo. En este caso, la variable de distancia a vías (2004) es la adecuada para evitar el problema de endogeneidad, y el periodo de análisis es suficientemente cercano al 2012 como para considerar que la tipificación agraria utilizada ha mantenido cierta estabilidad. En este acápite analizamos gráficamente los efectos encontrados en las regresiones de los cuadros 12 y 13 para el periodo 2005-2009.

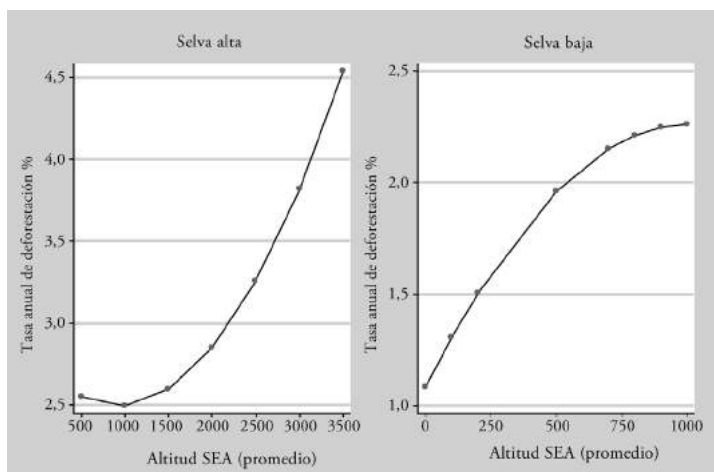
## **Variables físicas**

En el gráfico 4 se observa la relación entre las tasas de deforestación y la altitud (promedio) de los SEA de acuerdo con los estimados del modelo para el periodo 2005-2009.

---

13 Este fenómeno también puede afectar a las variables institucionales en la medida en que ANP y concesiones forestales hayan sido generadas u otorgadas durante el periodo posterior o dentro del periodo 2000-2005. Un análisis más fino de la temporalidad de estas variables podría reducir este problema.

**Gráfico 4**  
**Deforestación y altitud en 2005-2009**

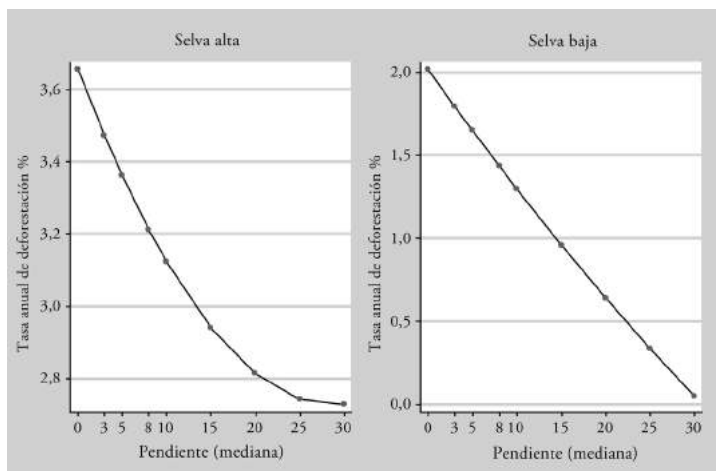


Tanto para la selva alta como para la selva baja, la relación es creciente, aunque estadísticamente significativa solo para la primera. Esto indica que se generan mayores procesos de deforestación en las zonas más altas de la selva alta, especialmente entre los 2500 y 3500 metros de altitud. En la selva baja no se observa mayor relación entre deforestación y altitud promedio de los SEA.

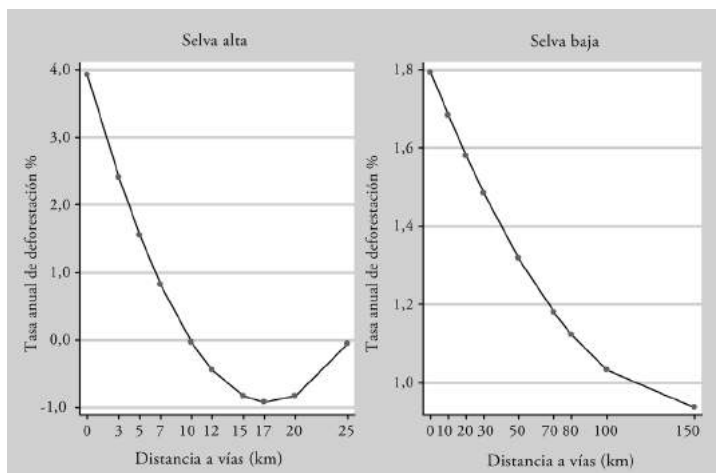
En el gráfico 5 se observa la relación entre deforestación y pendiente (mediana) de los SEA para el periodo 2005-2009 de acuerdo con los estimados de la regresión.

La relación, aunque negativa, no es estadísticamente significativa en la selva alta, pero sí en la selva baja, donde en las zonas planas se generan en promedio 2 puntos porcentuales más de deforestación anual que en las zonas de alta pendiente.

**Gráfico 5**  
**Deforestación y pendiente (mediana) en 2005-2009**



**Gráfico 6**  
**Deforestación y distancia a red vial (2004) en 2005-2009**





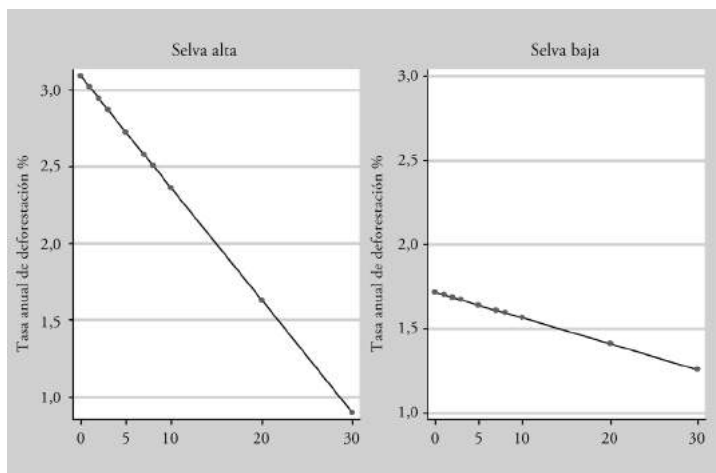
## Variables de acceso a los mercados

La variable de distancia a la red vial (2004) aparece como significativa para todos los periodos y las dos grandes zonas de selva. En el gráfico 6 se observa esta relación para el periodo 2005-2009.

En ambos casos, la relación es negativa, aunque en la selva alta es mucho más marcada. Esto quiere decir que la deforestación se ubica cerca de las vías de acceso a los mercados. En áreas aledañas a las vías, la tasa de deforestación llegó al 4% anual, mientras que a una distancia promedio de unos 10 kilómetros ya no existe deforestación. Esto es consistente con casi toda la literatura empírica sobre este tema revisada (Chomitz y Gray 1996, Nelson y Hellerstein, 2001, Mertens y otros 2004, y Kerr y otros 2002).

En la selva baja, la menor distancia a la red vial también aparece como un importante factor que impulsó una mayor deforestación en el periodo 2005-2009. Las zonas aledañas a las vías generan un promedio del 2% de deforestación anual, mientras que las que distan unos 100 kilómetros

**Gráfico 7**  
**Deforestación y distancia a la capital provincial**  
**más cercana en 2005-2009**



presentan un promedio del 1% anual de deforestación. En este caso, la relación entre vías y deforestación es mucho menos marcada que en la selva alta.

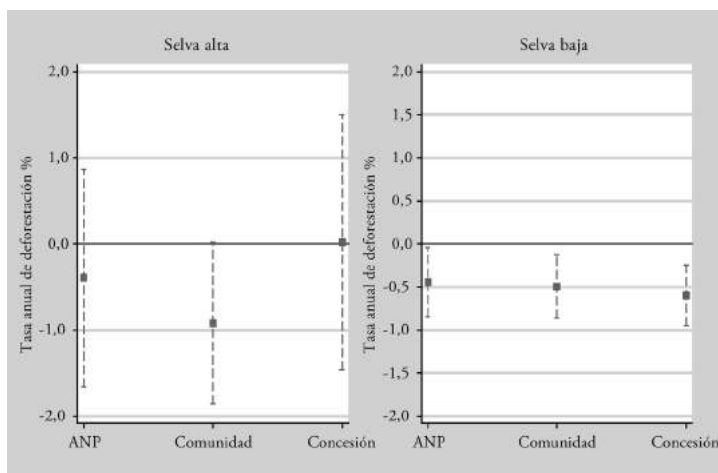
En el gráfico 7 se registra la relación entre la deforestación y la distancia a la capital provincial más cercana.

En la selva baja, la relación es negativa, pero no es estadísticamente significativa distinta de cero para el periodo 2005-2009, aunque sí para el periodo 2009-2011. Para la selva alta, la relación es muy fuerte y las zonas cercanas a las capitales provinciales —aun controlando por distancia a las vías— tuvieron un promedio de un poco más del 3% anual de deforestación, versus 2,5% para las zonas que se ubican a 8,5 kilómetros. En la selva alta, el 95% de los SEA se ubican a una distancia de menos de 8,5 kilómetros de la capital provincial.

### Variables institucionales

En el gráfico 8 se registran los impactos medios de las tres variables institucionales (dicotómicas) en la tasa anual de deforestación anual para el

**Gráfico 8**  
**Variables institucionales y deforestación en 2005-2009**



periodo 2005-2009. Se consignan los intervalos de confianza al 95% para los coeficientes estimados, que en este caso implican el efecto medio en la variable dependiente de *tasa de deforestación anual*.

Las tres variables institucionales —ANP, comunidades y concesiones forestales— tienen un impacto negativo y estadísticamente significativo en la selva baja, mientras que en la selva alta solo hay un efecto para las comunidades. En la selva baja, la presencia de ANP ha significado una menor tasa de deforestación, del -0,44%; en el caso de comunidades campesinas o nativas, una reducción de la tasa anual de deforestación de -0,5%; y en el de concesiones forestales, de -0,6%. Cabe señalar (véase el cuadro 12) que en el caso de las comunidades, el signo del coeficiente cambia de negativo a positivo en la selva alta entre los periodos 2005-2009 y 2009-2011.

En conjunto, las tres formas institucionales implican una menor tasa de deforestación en los SEA de la selva baja que cuentan con estas formas de propiedad o acceso a la tierra con respecto a los SEA que no cuentan con estas formas.<sup>14</sup>

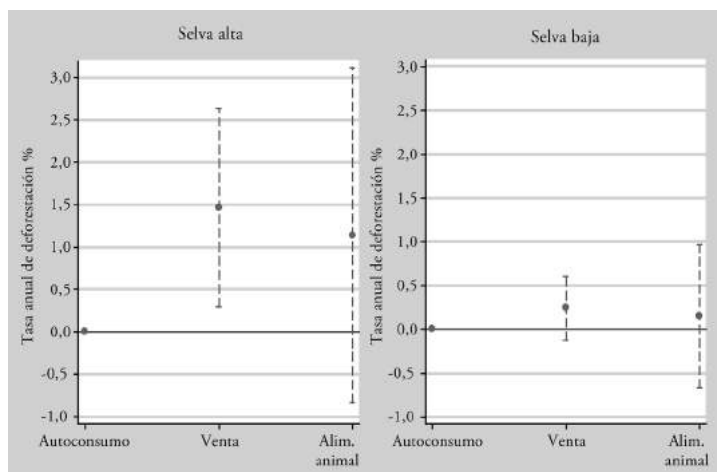
### Variables agropecuarias

En el gráfico 9 se consigna la relación entre la deforestación y el destino principal del área sembrada por los productores (en el nivel de SEA) y su intervalo de confianza al 95%.

La relación es positiva y estadísticamente significativa para las áreas donde predomina la venta solo en la selva alta, con un impacto del 1,5% más de deforestación anual que en las zonas donde predomina el autoconsumo (grupo de base en la regresión). El coeficiente del grupo orientado a la alimentación animal es también positivo, pero no llega a ser estadísticamente significativo al mínimo del 85% de confianza en la regresión (véase el cuadro 12). En la

14 La evidencia sobre el papel de las áreas protegidas y la deforestación encontrada aquí es consistente con la reportada por Díaz y Miranda (2014). Los autores usaron un enfoque cuasiexperimental —comparación de áreas protegidas y zonas de control con características similares—, pero trabajaron esta relación solo en el nivel de distrito, para el periodo previo al año 2000, y sin distinguir entre selva alta y baja.

**Gráfico 9**  
**Destino del área sembrada y deforestación 2005-2009**

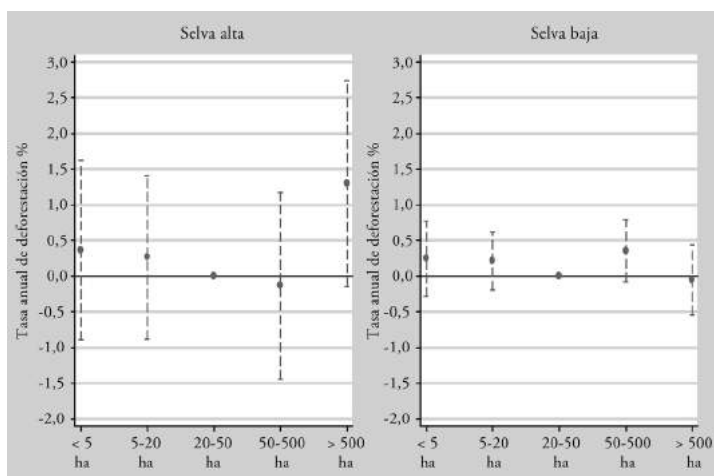


selva baja no se observa mayor relación que sea estadísticamente significativa entre el destino de las siembras y la deforestación para el periodo 2005-2009.

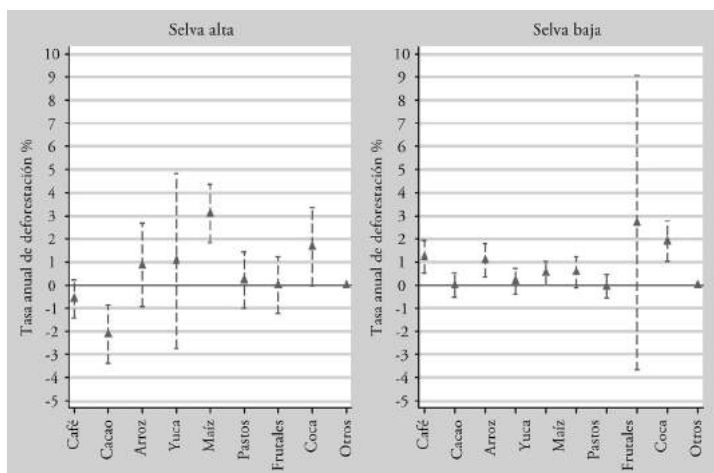
En el gráfico 10 se muestra la relación entre deforestación y tamaño predominante de las áreas cultivadas por productores en el nivel de SEA para el periodo 2005-2009 (incluyendo intervalos de confianza al 95%). El tipo de tamaño de 20-50 hectáreas es usado como base referencial en la estimación (véase el cuadro 12).

Aparece como estadísticamente significativo para la selva alta que el grupo de SEA en el que predominan los agricultores que manejan terrenos más grandes —de más de 500 hectáreas— generó una mayor tasa de deforestación en el periodo de análisis. Este grupo muestra una tasa de deforestación mayor en 1,5% anual con respecto al grupo base —con predominio de agricultores que cultivan de 20-50 hectáreas—. En la selva baja, el único grupo que también muestra una mayor tendencia a la deforestación es aquel en el que predominan los agricultores que manejan entre 50 y 500 hectáreas. En conjunto, puede decirse que se observa una tendencia a que en los SEA que albergan unidades de extensiones más grandes se generaron tasas mayores de deforestación en la selva peruana durante el periodo 2005-2009.

**Gráfico 10**  
**Deforestación y tamaño predominante de las áreas**  
**cultivadas por agricultores en 2005-2009**



**Gráfico 11**  
**Orientación de cultivos y deforestación 2005-2009**



En el gráfico 11 se consigna la relación entre la orientación productiva predominante de los SEA y el proceso de deforestación durante el periodo 2005-2009.

En la selva alta, los SEA donde predominan el maíz y la coca han mostrado mayores tasas anuales de deforestación —de 3,1% y 1,7%, respectivamente— con respecto al grupo de otros cultivos. En la selva baja, por otro lado, los cultivos asociados con mayores tasas de deforestación son el arroz (1% más que el grupo base), el maíz (0,5% más), los pastos (0,6% más) y la palma (1,8% más). En la selva baja, la deforestación se ha incrementado más en los SEA en los que predominan estos cuatro cultivos que en aquellos en los que predominan los otros cultivos.

## 4. CONCLUSIONES

En el presente estudio, hemos evaluado la relación empírica entre deforestación y uso del suelo para fines agropecuarios en la selva peruana durante el periodo 2000 al 2011. Aprovechamos la información en el nivel de unidades geográficas relativamente pequeñas como los SEA en el censo agropecuario del 2012, así como las estimaciones del proceso de deforestación localizado que viene realizando el MINAM desde el 2009, considerando el periodo desde el 2000 hasta el 2011. Igualmente, incorporamos en el análisis otras variables relevantes de tipo físico, acceso a mercados, institucionales y de migración, que pueden cumplir un papel independiente e importante en la explicación del reciente proceso de deforestación en la Amazonía peruana.

El análisis de algunos cambios en la agricultura de la selva presentado en la primera sección indica que esta ha sido la región con mayor crecimiento tanto en número de agricultores como en área agropecuaria expandida entre 1994 y el 2012, con un crecimiento de alrededor de 1,8 millones de hectáreas entre ambos censos. Es muy probable que una buena parte de esta expansión se haya realizado a costa de la deforestación, como este estudio luego analiza. Las cifras también indican una fuerte expansión de los cultivos permanentes —café, cacao, frutales, pastos cultivados, palma—, así como de la ganadería de vacunos. Este proceso ha venido acompañado por una mayor intensificación y comercialización de la agricultura de la selva, así como por incrementos sustantivos en la predominancia del monocultivo, tanto en el nivel de los territorios como de la cartera de cultivos manejada por los agricultores. Estas tendencias se han observado en todos los grupos de productores definidos por el tamaño del área que manejan, no solo en el caso de los productores que explotan terrenos de mayor tamaño.

En el contexto de expansión de la frontera agrícola en la selva y su impacto agregado en la deforestación, es importante empezar a responder algunas preguntas sobre esta relación. En primer lugar, es preciso señalar que, tal como lo sustenta una amplia literatura en el tema, se trata de una relación compleja y multifacética. Cualquier estimación de los impactos del uso agropecuario de la tierra en la deforestación debe hacerse en el marco de un modelo que considere el papel de variables físicas, de acceso a mercados e institucionales, así como de los procesos migratorios y de localización de la población. Igualmente, es crucial entender qué tipo de agricultores y cultivos están teniendo mayor o menor impacto en los procesos de deforestación, con lo cual es también posible empezar a reflexionar sobre políticas que podrían impactar de una u otra forma en el proceso.

Al respecto, en este estudio hemos adoptado un modelo general de deforestación que es estimado en el nivel de más de 6000 SEA de la selva peruana, y en forma separada e independiente para la selva alta y baja, así como para los periodos 2000-2005, 2005-2009 y 2009-2011. En conjunto, los estimados indican la crucial importancia de la distancia a las vías y capitales de provincia en la «geografía» de la deforestación, pero también la crucial importancia de las formas institucionales de las ANP, la presencia de comunidades y el otorgamiento de concesiones forestales como mecanismos que reducen o contienen los procesos de deforestación en general, en territorios y periodos específicos. En este caso, no hemos podido encontrar una relación significativa entre procesos migratorios y deforestación, aunque es muy probable que esto se deba a que esta variable no pudo construirse en el nivel de SEA sino de distrito.

En términos de la relación entre las características del uso de la tierra para fines agropecuarios y la deforestación, en este estudio hemos podido establecer algunas relaciones que parecen consistentes con el proceso de cambios en la agricultura descritos en la primera sección del capítulo. En particular, se ha podido constatar que las zonas con mayor orientación al mercado —a las ventas— tienden a generar procesos más rápidos de deforestación. Igualmente, las zonas donde prevalecen los agricultores que



explotan áreas de mayor tamaño —por encima de las 50 hectáreas— han tendido a generar procesos más intensos de deforestación.

En términos de cultivos, la evidencia encontrada debe ser tomada con mayor cautela debido a que las decisiones de producción son más volátiles que las de orientación o acceso a la tierra agropecuaria. Para el periodo 2005-2009, en el que consideramos que el modelo de deforestación se comporta mejor, encontramos que las zonas con predominancia de maíz y coca han generado tasas más altas de deforestación en la selva alta. Por otro lado, en la selva baja la gran mayoría de cultivos importantes han mostrado mayores impactos en la deforestación durante el 2005-2009: café, arroz, maíz, pastos cultivados y palma. El café y la palma aparecen con los coeficientes más altos de deforestación en este caso.

Consideramos que los resultados encontrados son iniciales y abren espacio para investigaciones más profundas sobre la compleja relación entre agricultura y deforestación. La evidencia parece consolidarse con respecto a la importancia de las formas institucionales reguladoras del acceso al suelo como las ANP, y también al rol que cumplen las comunidades y concesiones forestales. Cabe decir que en el caso de las ANP y las concesiones forestales, los signos de los coeficientes son siempre negativos para las dos zonas y los tres periodos. En el caso de las comunidades, no obstante, el signo del coeficiente cambia de negativo a positivo para la selva alta entre los periodos 2005-2009 y 2009-2011, lo que indica que, potencialmente, este tipo de organización puede ser ambivalente en términos de incrementar o reducir la deforestación de acuerdo con los incentivos y las políticas prevalecientes (Deininger y Minten 2002).

En el caso de las políticas agrarias, la evidencia encontrada en este estudio indica que la agricultura es la principal causa de deforestación en la selva peruana, pero que esta está mediada por los diversos tamaños de áreas cultivadas, los cultivos predominantes y el tipo de orientación al mercado de los productores. Y si bien es poco razonable plantear como objetivo de política la «deforestación cero» en la selva, sí es posible impulsar un proceso más ordenado y localizado de expansión agropecuaria, que minimice la

deforestación más costosa —en términos ambientales y socioeconómicos— y maximice el impacto del crecimiento agropecuario en los ingresos y el bienestar de los productores. Modelos como el estimado en este trabajo pueden servir de base para este tipo de cálculos si se les incorporan precios y costos de producción, tanto privados como sociales. Esto, a su vez, puede constituir la base para iniciar procesos más racionales de planificación del uso del territorio en los precarios suelos de la Amazonía peruana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carr, David.; Laurel Suter y Alisson Barbieri (2005). Population dynamics and tropical deforestation: state of the debate and conceptual challenges. *Population and Environment*, 27(1), 89-113.
- Chomitz, Kenneth y David Gray (1996). Roads, land use and deforestation: a spatial model applied to Belize. *The World Bank Economic Review*, 10(3), 487-512.
- Deininger, Klaus y Bart Minten (1999). Poverty, policies, and deforestation: the case of Mexico. En *Economic Development and Cultural Change*, 47(2), 313-344.
- Deininger Klaus y Bart Minten (2002). Determinants of deforestation and the economics of protection: an application to Mexico. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(4), 943-960.
- Díaz, Ramón y Juan José Miranda (2014). Áreas naturales protegidas en el Perú: efectos sobre la deforestación y su relación con el bienestar de la población amazónica. En Roxana Barrantes y Manuel Glave (Eds.). *Amazonía peruana y desarrollo económico* (pp. 209-239). Estudios sobre Desigualdad, 8. Lima: IEP y GRADE.
- Kerr, Suzi; Alexander Pfaff y Arturo Sánchez (2002). *The dynamics of deforestation: evidence from Costa Rica*. Recuperado de [http://www.researchgate.net/profile/GA\\_Sanchez-Azofeifa/publication/242743957\\_The\\_Dynamics\\_of\\_Deforestation\\_evidence\\_from\\_Costa\\_Rica/links/02e7e529d63049e1a5000000.pdf?inViewer=true&disableCoverPage=true&origin=publication\\_detail](http://www.researchgate.net/profile/GA_Sanchez-Azofeifa/publication/242743957_The_Dynamics_of_Deforestation_evidence_from_Costa_Rica/links/02e7e529d63049e1a5000000.pdf?inViewer=true&disableCoverPage=true&origin=publication_detail).

- Mertens, Benoit; David Kaimowitz, Atie Puntodewo, Jerry Vancaly y Patricia Méndez (2004). Modeling deforestation at distinct geographic scales and time periods in Santa Cruz, Bolivia. *International Regional Scientific Review*, 27(3), 271-296.
- MINAM (2014). *Memoria técnica de la cuantificación de cobertura de cambio de bosque a no bosque de la Amazonía peruana: periodo 2000-2005-2009*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Nelson Gerald y Daniel Hellerstein (2001). Do roads cause deforestation?: using satellite images in econometric analysis of land use. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(1), 80-88.
- Pfaff, Alexander (1999). What drives deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from satellite and socioeconomic data. *Journal of Environmental Economics and Management*, 37(1), 26-46.
- Rosero-Bixby, Luis y Alberto Palloni (1998). Population and deforestation in Costa Rica. *Population and Environment: a Journal of Interdisciplinary Studies*, 20(2), 149-185.
- Vergara, Karla; Miguel Figallo y Manuel Glave (2014). Infraestructura en la Amazonía peruana: una propuesta para proyectar cambios en la cobertura boscosa en la carretera Pucallpa-Cruzeiro do Sul. En Roxana Barrantes y Manuel Glave (Eds.). *Amazonía peruana y desarrollo económico* (pp. 161-207). Estudios sobre Desigualdad, 8. Lima: IEP y GRADE.

## PRINCIPALES ABREVIACIONES



ANP	Área natural protegida
CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
ECM	Error cuadrático medio
EIECCP	Estudio del impacto económico del cambio climático en el Perú
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
ENAH0	Encuesta Nacional de Hogares
ENDR	Estrategia Nacional de Desarrollo Rural
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés, Food and Agriculture Organization)
IBC	Instituto del Bien Común
INCAGRO	Proyecto de Investigación y Extensión Agrícola
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PCM	Presidencia del Consejo de Ministros
PESEM	Plan Estratégico Sectorial Multianual
SAE	Estimación de áreas pequeñas (por sus siglas en inglés, <i>small area estimation</i> )
SEA	Sector de empadronamiento agropecuario
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SERNAMP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
UA	Unidad agropecuaria
VBP	Valor bruto de producción agropecuaria





## NOTAS SOBRE LOS AUTORES



**Carmen Armas**

Bachiller en Economía por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Se desempeña como asistente de investigación en GRADE, en las áreas de Desarrollo Rural y Agricultura, y Pobreza y Equidad. Viene colaborando con Javier Escobal en el proyecto «Inclusión económica y tributación territorial: el caso de las exoneraciones altoandinas».

**Carlos Alberto Arnillas**

Ph. D. (c) en Ciencias Físicas y Ambientales por la Universidad de Toronto y biólogo por la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde es investigador asociado del Centro de Datos para la Conservación.

Trabaja fundamentalmente en el estudio de ecosistemas a nivel de comunidad y paisaje, así como en las interacciones de las personas con los ecosistemas. Sus estudios recientes se enfocan en los efectos del cambio climático y el uso de la tierra en servicios ambientales, y a través de ellos, en la sociedad. Estos estudios se han llevado a cabo tanto a escala local como nacional, y como parte de ellos se ha discutido el papel de diversos actores en el manejo y cuidado del ambiente.

**Javier Escobal**

Doctor en Desarrollo Económico por la Universidad Wageningen y magíster por la Universidad de Nueva York, donde también realizó estudios doctorales en Economía. Se desempeña como investigador principal de GRADE e investigador del estudio Niños del Milenio.

Sus trabajos recientes se han concentrado en explorar la evolución de distintos territorios rurales de la sierra del Perú en el mediano plazo. Asimismo, se ha especializado en temas de pobreza rural, en los que busca determinar qué papel desempeñan los bienes y servicios públicos en la elevación del nivel de vida de los pobres rurales. También se ha concentrado en medir distintas dimensiones de la desigualdad, poniendo especial énfasis en la polarización espacial de los ingresos.

### **Ricardo Fort**

Doctor en Desarrollo Económico por la Universidad de Wageningen y magíster en Economía Agrícola y Aplicada por la Universidad de Wisconsin-Madison. Es investigador principal de GRADE, donde lleva a cabo diversas investigaciones, sobre todo en temas vinculados al desarrollo rural y la economía agraria.

En los últimos años, sus proyectos se han concentrado en el análisis de diversas estrategias de pequeños productores rurales para mejorar su vinculación con los mercados y su nivel de vida, así como en los efectos de las políticas públicas y otros proyectos que pretenden lograr este fin.

### **Juan Pablo Gayoso**

Estudió Ciencias Biológicas en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se ha desempeñado como especialista en análisis de imágenes de satélite y sensores remotos en numerosos estudios de impacto ambiental. También ha colaborado en estudios en el ámbito agropecuario desarrollados para GRADE.

### **Carmen Ponce**

Investigadora asociada de GRADE desde el 2005. Economista por la Pontificia Universidad Católica del Perú, cuenta con una maestría en Economía por la Universidad de Texas, Austin. Ha desarrollado investigaciones sobre dinámicas territoriales rurales de mediano plazo en la sierra peruana, la

efectividad de proyectos de desarrollo rural, y las trayectorias de pobreza, migración y desigualdad en el Perú durante las últimas tres décadas. También ha investigado temas asociados a la pobreza infantil.

### **Ricardo Vargas**

Bachiller en Economía por la Universidad ESAN. Se desempeña como asistente de investigación del área Desarrollo Rural y Agricultura de GRADE, y apoya a Eduardo Zegarra y Ricardo Fort en distintos proyectos.

### **Eduardo Zegarra**

Investigador Principal de GRADE desde el 2004. Economista por la Pontificia Universidad Católica del Perú y doctor en Economía Agraria y Aplicada por la Universidad de Wisconsin-Madison, con especialidad en Desarrollo Rural y Manejo de Recursos Naturales. Su tesis doctoral versó sobre fallas de coordinación y el funcionamiento del mercado de aguas en Chile.

Ha realizado diversas investigaciones y publicaciones en temas relativos al manejo de tierras y agua en la agricultura peruana, así como al funcionamiento de mercados e instituciones agrarias para afrontar la provisión de servicios agrarios, el manejo del riesgo y diversas fallas de mercado. También ha liderado estudios de evaluación de impacto de proyectos públicos de escala masiva en el Perú. Es docente en el nivel de maestría en la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Nacional Agraria La Molina.

AGRICULTURA PERUANA:  
NUEVAS MIRADAS DESDE  
EL CENSO AGROPECUARIO

Se terminó de imprimir en el mes de  
setiembre de 2015 en los Talleres de  
Impresiones y Ediciones Arteta E. I. R. L.

Este libro presenta los hallazgos de cuatro estudios liderados por investigadores de GRADE como parte de un proyecto que busca ampliar y profundizar el análisis de los resultados del IV Censo Agropecuario 2012.

Cada uno de los temas analizados representa una mirada diversa y compleja a procesos y relaciones que se establecen tanto al interior del sector agropecuario (tipologías y relación entre productores y formas organizativas) como en su interacción con otros procesos más amplios (cambio climático y deforestación).

Este conjunto de textos constituye una prueba contundente del gran potencial que tienen los censos agropecuarios, y otras bases de datos relacionables con estos, para generar investigación útil y relevante para la política pública en diversos contextos y realidades.



Invertir en la población rural

Esta publicación ha sido elaborada con el aporte del  
Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)

